

Sistem pakar diagnosis stadium rabies pada manusia menggunakan metode *certainty factor* berbasis web: Studi kasus Puskesmas Oelolok

^{1*}Maria Gradiana Misa, ²Yoseph P. K. Kelen, ³Krisantus Tey J. Seran

^{1,2,3}Teknologi Informasi, Fakultas Pertanian, Sains, dan Kesehatan, Universitas Timor

^{1,2,3}Desa Sasi, Kecamatan Kota Kefamenanu, Kabupaten Timor Tengah Utara, Nusa Tenggara Timur, Indonesia
¹derimisa7@gmail.com, ²yosepkelen@unimor.ac.id, ³krisantusteyseran@unimor.ac.id

Abstract

Delays in the early diagnosis of rabies remains a significant issue due to the limited of public knowledge in recognizing the symptoms of the disease, resulting in delayed medical treatment. This study aims to develop a web-based expert system designed to assist in the early diagnosis of rabies in humans using the Certainty Factor (CF) method. This method is used to calculate the confidence level of the diagnosis based on the symptoms selected by the user. The system knowledge base was obtained through expert interviews and literature studies, which were represented in the form of diagnostic rules. The system is capable of providing rabies diagnosis results along with their corresponding confidence values based on the symptoms entered by users. Functional testing using the Black Box Testing method showed that all system features functioned properly. In addition, system validation was carried out by comparing the system diagnosis results with expert diagnoses through 30 testing scenarios using different symptom combinations. The test results showed 27 matching data and 3 non-matching data, resulting in a system accuracy rate of 90%. This research contributes to the implementation of the CF method in a web-based expert system to support early rabies diagnosis in a fast and measurable manner.

Keywords: certainty factor, expert system, rabies, stage diagnosis, web.

Abstrak

Keterlambatan diagnosis awal penyakit rabies masih menjadi permasalahan karena kurangnya pengetahuan masyarakat dalam mengenali gejala penyakit, sehingga penanganan medis sering terlambat dilakukan. Penelitian ini bertujuan membangun sistem pakar berbasis web yang dirancang untuk membantu diagnosis awal penyakit rabies pada manusia menggunakan metode *Certainty Factor* (CF). CF digunakan untuk menentukan nilai keyakinan terhadap hasil diagnosis sesuai dengan gejala yang dipilih pengguna. Pengetahuan yang digunakan dalam sistem dikumpulkan dari hasil wawancara dengan pakar serta kajian literatur, kemudian disusun menjadi aturan-aturan diagnosis. Sistem dapat memberikan hasil identifikasi penyakit rabies berikut nilai keyakinannya berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pengguna. Pengujian fungsional menggunakan metode *black box testing* menunjukkan bahwa seluruh fitur sistem berjalan dengan baik. Selain itu, validasi sistem dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis sistem dan hasil diagnosis pakar melalui 30 skenario pengujian menggunakan kombinasi gejala yang berbeda. Hasil pengujian menunjukkan 27 data sesuai dan 3 data tidak sesuai, sehingga tingkat akurasi sistem mencapai 90%. Penelitian ini berkontribusi dalam penerapan metode CF pada sistem pakar berbasis web untuk membantu diagnosis awal penyakit rabies secara cepat dan terukur.

Kata Kunci: *certainty factor*, diagnosis stadium, rabies, sistem pakar, web

1. Pendahuluan

Rabies adalah penyakit zoonosis yang hingga saat ini masih menjadi perhatian serius dalam bidang kesehatan masyarakat di berbagai negara, termasuk Indonesia [1], [2]. Virus rabies dari berasal dari genus *Lyssavirus* merupakan penyebab penyakit ini. Virus ini menyerang sistem saraf pusat dan hampir selalu berakibat fatal apabila tidak ditangani dengan cepat dan tepat. Pada umumnya, rabies ditularkan melalui gigitan hewan yang telah terinfeksi virus, dengan anjing sebagai sumber penularan yang paling sering ditemukan. [2]. Penyakit rabies memiliki tingkat kematian yang tinggi serta berpotensi menimbulkan wabah di suatu wilayah [3].

Di Indonesia, kasus rabies masih sering ditemukan di beberapa daerah, termasuk di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) [4]–[6]. Berdasarkan data Dinas Kesehatan Provinsi NTT hingga 15 November 2023, tercatat sebanyak 1823 kasus gigitan hewan penular rabies di Kabupaten Timor Tengah Selatan dan Kabupaten Timor Tengah Utara, dengan jumlah korban meninggal sebanyak 11 orang [7]. Tingginya angka kasus tersebut menunjukkan bahwa rabies masih menjadi ancaman serius bagi kesehatan masyarakat. Situasi ini diperburuk oleh minimnya kesadaran masyarakat mengenai risiko rabies serta keterbatasan pengetahuan dalam mengenali gejala awal penyakit tersebut[8].

Gejala awal rabies sering kali menyerupai gejala penyakit umum seperti demam, sakit kepala, dan kelelahan sehingga banyak masyarakat yang mengabaikannya [9], [10]. Apabila tidak segera mendapatkan penanganan medis yang tepat, infeksi virus rabies dapat berkembang dengan cepat dan menyebabkan gangguan pada sistem saraf yang berujung pada kematian [4]. Kondisi ini menunjukkan pentingnya pengembangan sistem yang mampu mendukung deteksi dini berdasarkan gejala yang dialami oleh masyarakat.

Perkembangan teknologi informasi, khususnya *Artificial Intelligence* (AI), memberikan peluang dalam mendukung proses analisis dan pengambilan keputusan di bidang Kesehatan [11], [12]. Salah satu penerapannya adalah sistem pakar (*expert system*), yang mampu meniru pengetahuan dan penalaran seorang pakar dalam melakukan diagnosis berdasarkan gejala yang dialami pasien [13], [14]. Pada kasus rabies yang memiliki tingkat fatalitas tinggi dan memerlukan penanganan cepat, sistem pakar dapat dimanfaatkan untuk membantu mengidentifikasi stadium rabies secara lebih dini dan terstruktur. Dengan menggunakan metode *Certainty Factor* (CF), sistem ini mampu merepresentasikan tingkat keyakinan terhadap gejala yang muncul, sehingga hasil diagnosis menjadi lebih informatif dan dapat mendukung upaya deteksi dini rabies [15], [16].

Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan sistem pakar untuk membantu proses diagnosis. Penelitian terdahulu [17] menjelaskan bahwa sistem pakar mampu membantu proses pengambilan keputusan medis dengan memanfaatkan basis pengetahuan yang diperoleh dari pakar. Sama halnya, pada penelitian [18] menunjukkan bahwa sistem pakar berbasis web dapat digunakan untuk melakukan diagnosis berdasarkan gejala dengan tingkat akurasi yang baik sehingga dapat mendukung deteksi dini suatu kondisi. Penelitian lain [19] juga menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi informasi dalam sistem kesehatan dapat meningkatkan efisiensi dalam pengolahan data serta penyampaian informasi kepada masyarakat. Selain itu, sistem pakar mampu mengukur tingkat keyakinan dalam pengambilan keputusan berbasis gejala menggunakan metode CF [20]. Penelitian [21] mengungkapkan bahwa rabies masih menjadi permasalahan kesehatan dengan tingkat fatalitas tinggi sehingga diperlukan upaya deteksi dan penanganan yang cepat. Dalam konteks metode yang digunakan, CF dalam sistem pakar juga mampu mengukur tingkat keyakinan dalam pengambilan keputusan berbasis gejala [22]. Di sisi lain, rabies masih menjadi salah satu permasalahan kesehatan dengan tingkat fatalitas tinggi, sehingga diperlukan upaya deteksi dan penanganan yang cepat dan tepat [23].

Namun demikian, berdasarkan hasil kajian literatur, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada diagnosis penyakit secara umum atau pada objek selain manusia, serta belum secara spesifik mengkaji identifikasi stadium rabies pada manusia dengan pendekatan berbasis web yang mudah diakses oleh masyarakat. Selain itu, integrasi metode *CF* dalam diagnosis stadium rabies yang memberikan tingkat keyakinan hasil diagnosis juga masih terbatas. Hal ini menunjukkan adanya *research gap* yang perlu dikembangkan, khususnya dalam penyediaan sistem pakar yang mampu melakukan diagnosis stadium rabies secara dini dan informatif.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pakar berbasis web dalam mendiagnosis penyakit rabies pada manusia menggunakan metode *CF* menggunakan *dataset* lokal yang terdiri dari 24 gejala dan 4 stadium rabies yang diperoleh langsung dari Puskesmas Oelolok, NTT. Sistem dikembangkan dengan basis aturan yang memadukan nilai MB dan MD dari pakar lokal dengan gejala spesifik di wilayah endemis rabies, sehingga *rule-based* yang dihasilkan lebih sesuai dengan kondisi lapangan. Selain itu, sistem diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis web agar dapat diakses oleh masyarakat tanpa memerlukan instalasi tambahan. Metode *CF* dipilih karena mampu mengakomodasi ketidakpastian jawaban pengguna yang bersifat subjektif, seperti variasi tingkat keyakinan terhadap gejala yang dirasakan. Dibandingkan dengan pendekatan probabilistik seperti Teorema Bayes, metode ini dinilai lebih sesuai dalam konteks keterbatasan data probabilistik yang bersifat kualitatif dan berbasis pengetahuan pakar.

Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat membantu masyarakat dalam melakukan analisis awal terhadap gejala rabies serta memberikan hasil diagnosis dengan tingkat keyakinan tertentu, sehingga penanganan medis dapat dilakukan lebih cepat dan tepat. Selain itu, penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan media informasi yang mudah diakses oleh masyarakat serta mendukung upaya deteksi dini penyakit rabies melalui pendekatan sistem pakar berbasis web.

2. Metode Penelitian

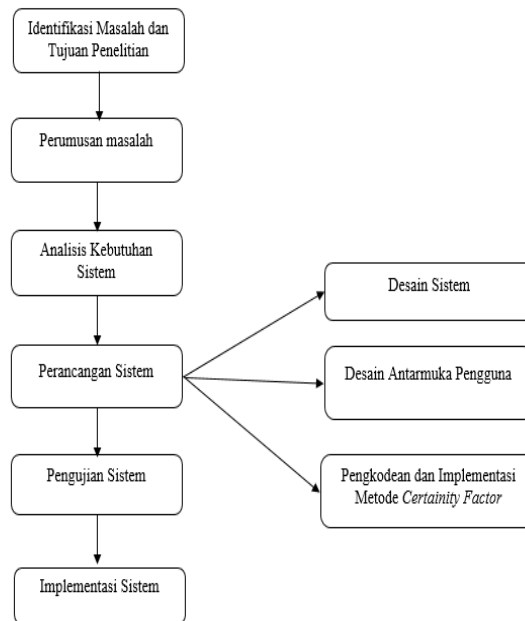
2.1 Tipe Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian terapan (*applied research*) karena bertujuan untuk memberikan solusi terhadap permasalahan nyata yang terjadi di masyarakat [24], [25]. Pendekatan ini dipilih karena permasalahan rabies merupakan masalah kesehatan yang memerlukan penanganan praktis dan solusi yang dapat langsung dimanfaatkan oleh masyarakat, khususnya dalam membantu proses identifikasi awal berdasarkan gejala yang dialami. Melalui penelitian ini diharapkan dapat dihasilkan sebuah sistem yang mampu membantu masyarakat dalam memperoleh informasi awal mengenai kemungkinan penyakit rabies secara cepat dan tepat berdasarkan gejala yang muncul.

Data penelitian berupa gejala penyakit rabies dikumpulkan dari hasil wawancara yang dilakukan dengan seorang tenaga medis di Puskesmas Oelolok yang memiliki pengalaman klinis dalam penanganan kasus rabies. Pakar dipilih berdasarkan kompetensi, latar belakang pendidikan di bidang kesehatan, serta keterlibatannya dalam proses diagnosis dan penanganan pasien dengan indikasi rabies di fasilitas layanan kesehatan tersebut. Dari proses wawancara diperoleh pengetahuan yang meliputi gejala, aturan diagnosis, serta nilai bobot MB dan MD yang digunakan dalam metode *CF*. Pengetahuan yang diperoleh kemudian melalui proses validasi dengan melakukan verifikasi ulang kepada pakar untuk memastikan konsistensi dan kesesuaian dengan praktik medis yang berlaku. Selain itu, hasil akuisisi pengetahuan juga dibandingkan dengan literatur medis yang relevan terkait rabies untuk memastikan kesesuaian secara teoritis.

2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan pada penelitian diawali dari identifikasi masalah hingga pengujian sistem. Tahapan tersebut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Tahap ini bertujuan mengidentifikasi berbagai kendala yang muncul dalam proses deteksi dini penyakit rabies pada manusia. Permasalahan utama yang ditemukan yaitu masih kurangnya pengetahuan masyarakat dalam mengenali gejala awal rabies sehingga penanganan medis sering terlambat dilakukan. Pada tahap ini peneliti melakukan observasi, wawancara dengan tenaga medis, dan studi literatur guna mengumpulkan informasi terkait gejala rabies, mekanisme diagnosis, serta kebutuhan sistem yang mampu mendukung proses identifikasi awal penyakit rabies.

2. Perumusan Masalah

Berdasarkan hasil identifikasi, dirumuskan permasalahan penelitian yaitu bagaimana merancang dan membangun sistem pakar berbasis web yang mampu mendiagnosis stadium rabies pada manusia menggunakan metode CF. Perumusan ini mencakup bagaimana sistem dapat mengolah *input* gejala yang diberikan pengguna menjadi nilai tingkat keyakinan terhadap kemungkinan stadium rabies.

3. Analisis Kebutuhan Sistem

Tahap ini difokuskan pada identifikasi kebutuhan sistem yang meliputi aspek fungsional maupun non fungsional. Kebutuhan fungsional admin meliputi pengelolaan data gejala, data stadium rabies, basis aturan (*rule base*), serta nilai bobot MB dan MD yang digunakan dalam metode CF. Kebutuhan fungsional pengguna meliputi proses konsultasi dengan memilih gejala yang dialami, serta memperoleh hasil diagnosis berupa stadium rabies beserta nilai tingkat keyakinannya. Selain itu, ditentukan juga kebutuhan non-fungsional seperti kemudahan akses berbasis web dan antarmuka yang *user-friendly*.

4. Perancangan Sistem

Tahap ini meliputi perancangan arsitektur sistem, basis pengetahuan, dan antarmuka pengguna. Basis pengetahuan dirancang dalam bentuk aturan *IF-THEN* yang menghubungkan gejala dengan stadium rabies. Setiap aturan diberikan nilai MB dan MD

yang diperoleh dari pakar. Selanjutnya, dirancang mekanisme inferensi menggunakan metode CF untuk menghitung tingkat keyakinan diagnosis berdasarkan kombinasi gejala yang dipilih pengguna. Selain itu, dirancang juga diagram sistem (seperti *use case* dan *activity diagram*) serta desain antarmuka berbasis web menggunakan PHP dan MySQL.

5. Implementasi

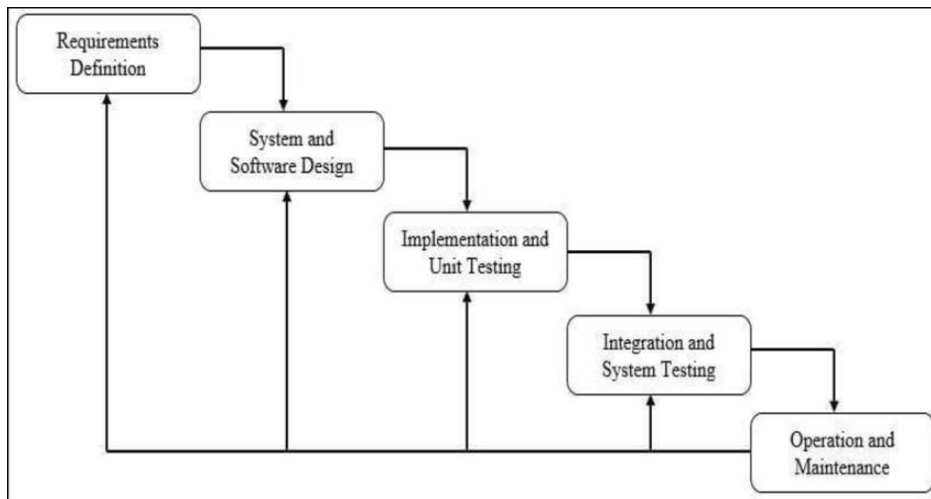
Tahap implementasi meliputi pembuatan basis data menggunakan MySQL, pengkodean program menggunakan PHP, serta implementasi perhitungan metode CF untuk menghasilkan nilai keyakinan diagnosis stadium rabies. Sistem kemudian diintegrasikan sehingga pengguna dapat melakukan konsultasi dan memperoleh hasil diagnosis secara langsung.

6. Pengujian Sistem

Metode *black box* digunakan untuk pengujian fungsional untuk mengetahui bahwa setiap fungsi berjalan sesuai dengan kebutuhan. Validasi sistem dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis sistem dengan hasil analisis pakar untuk mengetahui tingkat akurasi sistem.

2.3 Metode Pengembangan Sistem

Metode *Waterfall* diterapkan untuk membangun sistem pakar diagnosis penderita penyakit rabies pada pasien. Tahapan metode *Waterfall* pada penelitian ini disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Metode Waterfall

1. Requirement

Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna serta batasan yang harus dipenuhi oleh sistem yang akan dikembangkan. Informasi yang diperlukan dikumpulkan melalui wawancara dan diskusi dengan Bapak Fiktor Imanuel Selan. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis guna menghasilkan spesifikasi kebutuhan sistem secara rinci. Hasil analisis tersebut menjadi dasar dalam menentukan fitur, fungsi, dan karakteristik perangkat lunak yang akan dibangun pada tahap selanjutnya.

2. Design

Tahap *design* dilakukan setelah proses *requirement* selesai, dengan fokus pada perancangan struktur dan komponen sistem pakar secara rinci. Pada tahap ini dirancang basis pengetahuan (*knowledge base*) yang berisi aturan (*rule*) berbentuk hubungan antara gejala dan penyakit rabies, serta penentuan nilai CF untuk merepresentasikan tingkat keyakinan pakar terhadap setiap aturan. Selain itu, dirancang pula basis data untuk menyimpan data gejala, data penyakit, dan hasil diagnosis, serta mekanisme inferensi yang

digunakan dalam proses penalaran sistem. Tahap ini juga mencakup perancangan antarmuka pengguna dan penentuan bahasa pemrograman yang digunakan agar sistem dapat berjalan sesuai kebutuhan pengguna.

3. *Implementation*

Pada tahap ini dilakukan pengkodean sistem pakar berbasis web sesuai desain yang telah dirancang. Implementasi mencakup proses *input* gejala oleh pengguna, kemudian sistem menghitung nilai CF menggunakan parameter MB dan MD pada setiap aturan. Nilai CF dikombinasikan untuk menghasilkan tingkat kepastian diagnosis penyakit rabies. Selain itu, dikembangkan basis pengetahuan (*rule*), integrasi basis data, serta antarmuka pengguna. Output sistem berupa hasil diagnosis beserta nilai tingkat keyakinannya.

4. *Verification*

Pada tahap ini dilakukan pengujian sistem menggunakan metode *black box* untuk memastikan setiap fungsi berjalan sesuai dengan kebutuhan tanpa melihat kode program secara langsung. Pengujian difokuskan pada validasi *input*, proses perhitungan CF, serta *output* diagnosis yang dihasilkan. Selain itu, dilakukan pengecekan *error* pada aplikasi untuk memastikan sistem berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.

5. *Maintenance*

Pada tahap ini dilakukan pemeliharaan sistem setelah implementasi, yang mencakup perbaikan *kesalahan (bug fixing)*, pembaruan sistem, serta penyesuaian terhadap kebutuhan baru. Selain itu, dilakukan pengelolaan dan pengembangan basis pengetahuan (aturan dan nilai CF) agar sistem tetap akurat dan relevan seiring waktu.

2.4 Metode Certainty Factor

Certainty Factor merupakan ukuran yang digunakan untuk menyatakan tingkat keyakinan terhadap suatu fakta atau aturan [17], [18]. Metode CF pada penelitian ini digunakan untuk menghitung tingkat keyakinan dalam menentukan diagnosis berdasarkan gejala yang dipilih oleh pengguna. Setiap gejala yang terdapat dalam sistem memiliki nilai bobot dari pakar yang menunjukkan tingkat pengaruh gejala terhadap suatu penyakit atau kondisi. Selain itu, pengguna juga memberikan tingkat keyakinan terhadap gejala yang dialami, sehingga terdapat dua nilai yang digunakan dalam proses perhitungan, yaitu nilai dari pakar dan nilai dari pengguna.

Proses perhitungan dimulai dengan mengalikan nilai keyakinan pengguna dengan nilai bobot pakar untuk setiap gejala, sehingga diperoleh nilai CF awal. Perhitungan tersebut menggunakan Persamaan (1).

$$CF(H,E) = CF_{user} \times CF_{pakar} \quad (1)$$

Nilai CF yang dihasilkan dari setiap gejala kemudian dikombinasikan untuk memperoleh tingkat keyakinan akhir terhadap suatu hipotesis. Proses kombinasi dilakukan secara bertahap menggunakan Persamaan (2).

$$CF_{combine} = CF_1 + CF_2 \times (1 - CF_1) \quad (2)$$

Proses kombinasi dilakukan secara berulang hingga seluruh gejala yang dipilih pengguna diproses. Hasil akhir berupa nilai CF tertinggi, yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan diagnosis yang paling mungkin.

Dalam sistem yang dibangun, metode CF diimplementasikan pada basis pengetahuan berbentuk aturan *IF-THEN* yang menghubungkan gejala dengan diagnosis tertentu. Sistem akan menelusuri aturan yang sesuai dengan *input* gejala dari pengguna, kemudian menghitung nilai CF menggunakan kedua persamaan tersebut hingga menghasilkan *output* berupa diagnosis beserta tingkat keyakinannya.

3. Hasil dan Pembahasan

Metode CF digunakan dalam proses penentuan diagnosis pada penelitian ini. Analisis yang dilakukan meliputi evaluasi implementasi sistem, penghitungan tingkat kepastian hasil diagnosis, serta analisis keluaran sistem berdasarkan data gejala yang dipilih dan relasi antar aturan yang membentuk basis pengetahuan.

a. Data gejala

Data gejala merupakan hasil identifikasi dari pengumpulan data. Daftar gejala disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar gejala

No	Nama Gejala
G1	Kurang nafsu makan
G2	Demam
G3	Pusing dan pening
G4	Badan lemas
G5	Susah tidur
G6	Muntah
G7	Nyeri pada area luka atau gigitan
G8	Sakit kepala parah
G9	Gugup
G10	Kebingungan
G11	Keluar banyak air liur
G12	Dilatasi pupil
G13	Keringat yang berlebihan
G14	Produksi air mata yang berlebihan
G15	Takut pada angin
G16	Takut pada cahaya
G17	Takut pada air
G18	Kejang-kejang
G19	Gelisah
G20	Beri teriak
G21	Mudah kaget
G22	Menjambak rambut
G23	Lumpuh, biasanya mulai dari kaki
G24	Takut pada suara keras

b. Data stadium

Dalam penelitian ini, rabies diklasifikasikan menjadi empat stadium, yaitu stadium *prodromal*, stadium sensoris, stadium eksitasi (*furious rabies*), dan stadium paralitik (*dumb rabies*). Klasifikasi ini mengacu pada literatur medis yang menunjukkan bahwa rabies berkembang secara bertahap dari gejala awal hingga gangguan neurologis berat. Pemilihan empat stadium tersebut dilakukan karena setiap stadium memiliki karakteristik gejala yang berbeda sehingga memudahkan sistem pakar dalam membedakan tingkat perkembangan penyakit. Daftar stadium rabies disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar penyakit

Kode	Nama Stadium
P1	Stadium <i>Prodromal</i>
P2	Stadium Sensoris
P3	Stadium Eksitasi (<i>Furious Rabies</i>)
P4	Stadium Paralitik (<i>Dumb Rabies</i>)

c. Basis pengetahuan

Setiap aturan menunjukkan bahwa jika beberapa gejala tertentu muncul secara bersamaan, maka sistem akan mengarah pada kemungkinan stadium rabies tertentu. Aturan basis pengetahuan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Basis pengetahuan

<i>Rule</i>	<i>IF – THEN</i>
Rule 1	<i>IF G1 AND G2 AND G3 AND G4 AND G5 AND G6 AND G8 THEN P1 (Stadium Prodromal)</i>
Rule 2	<i>IF G2 AND G7 AND G8 AND G9 AND G10 AND G11 AND G12 AND G13 AND G14 AND G16 AND G17 AND G24 THEN P2 (Stadium Sensoris)</i>
Rule 3	<i>IF G4 AND G11 AND G14 AND G15 AND G16 AND G17 AND G18 AND G19 AND G20 AND G21 AND G22 AND G24 THEN P3 (Stadium Eksitasi/Furious Rabies)</i>
Rule 4	<i>IF G11 AND G15 AND G16 AND G17 AND G22 AND G23 AND G24 THEN P4 (Stadium Paralitik/Dumb Rabies)</i>

d. Data Relasi

Data relasi merupakan representasi hubungan antara gejala dengan stadium penyakit yang digunakan dalam proses perhitungan metode CF. Nilai yang digunakan pada tabel ini berupa nilai MB dan MD. Daftar relasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Daftar relasi

Penyakit	Kode Gejala	Nama Gejala	MB	MD
P1	G1	Kurang nafsu makan	0.8	0.1
	G2	Demam	0.7	0.2
	G3	Pusing dan pening	0.8	0.2
	G4	Badan lemas	0.6	0.3
	G5	Susah tidur	0.7	0.2
	G8	Sakit kepala parah	0.7	0.2
	G6	Muntah	0.7	0.2
	G2	Demam	0.7	0.2
P2	G7	Nyeri pada area luka atau gigitan	0.8	0.2
	G8	Sakit kepala parah	0.7	0.2
	G9	Gugup	0.8	0.1
	G10	Kebingungan	0.8	0.1
	G11	Keluar banyak air liur	0.8	0.1
	G12	Dilatasi pupil	0.7	0.2
	G13	Keringat yang berlebihan	0.6	0.3
	G14	Produksi air mata berlebihan	0.7	0.2
	G16	Takut pada cahaya	0.8	0.1
	G17	Takut pada air	0.8	0.1
P3	G24	Takut pada suara keras	0.8	0.1
	G4	Badan lemas	0.6	0.3
	G11	Keluar banyak air liur	0.8	0.1
	G14	Produksi air mata berlebihan	0.7	0.2
	G15	Takut pada angin	0.8	0.1
	G16	Takut pada cahaya	0.8	0.1
	G17	Takut pada air	0.8	0.1

	G18	Kejang-kejang	0.8	0.1
	G19	Gelisah	0.9	0
	G20	Beri teriak	0.9	0
	G21	Mudah kaget	0.8	0.1
	G22	Menjambak rambut	0.8	0.2
	G24	Takut pada suara keras	0.8	0.1
	G11	Keluar banyak air liur	0.8	0.1
	G15	Takut pada angin	0.8	0.1
	G16	Takut pada cahaya	0.8	0.1
P4	G17	Takut pada air	0.8	0.1
	G22	Menjambak rambut	0.8	0.2
	G24	Takut pada suara keras	0.8	0.1
	G23	Lumpuh, biasanya mulai dari kaki	0.9	0

Data relasi pada Tabel 4 merupakan representasi hubungan antara gejala dengan stadium penyakit yang digunakan dalam proses perhitungan metode CF. Nilai yang digunakan pada Tabel 4 berupa nilai *Measure of Belief* (MB) dan *Measure of Disbelief* (MD). Nilai MB dan MD pada penelitian ini ditentukan berdasarkan pengetahuan pakar dari Puskesmas Oelolok. Pakar memberikan bobot nilai antara 0 sampai 1 untuk setiap gejala terhadap stadium rabies berdasarkan tingkat kepastian gejala tersebut muncul pada stadium yang dimaksud. Semakin spesifik suatu gejala terhadap stadium tertentu, maka nilai MB semakin mendekati 1 dan nilai MD mendekati 0. Sebaliknya, gejala umum diberi MB yang lebih rendah. Contoh: gejala "Takut Air" diberi MB = 0.8 dan MD = 0.1 untuk Stadium Sensoris karena merupakan gejala yang sangat khas pada stadium tersebut. Penentuan nilai MB dan MD yang berbasis pakar ini menjadi faktor penting dalam menentukan kualitas hasil diagnosis, karena secara langsung mempengaruhi nilai CF yang dihasilkan oleh sistem.

e. Data Kondisi

Data kondisi berisi daftar kemungkinan tingkat keyakinan atau nilai kepercayaan yang digunakan untuk menggambarkan seberapa yakin seorang pakar atau pengguna terhadap suatu gejala yang muncul pada pasien. Nilai ini menggambarkan tingkat kepastian terhadap gejala yang dirasakan, mulai dari tidak yakin hingga benar-benar yakin. Daftar kondisi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Daftar kondisi

Logika Perubahan	Bobot
Tidak	0
Mungkin Tidak	0.2
Mungkin	0.4
Yakin	0.6
Sangat Yakin	0.8

Penggunaan tingkat keyakinan ini memungkinkan sistem mengakomodasi ketidakpastian dari *input* pengguna yang bersifat subjektif, sehingga proses diagnosis menjadi lebih fleksibel dan adaptif terhadap kondisi nyata.

f. Proses perhitungan nilai kepastian

Proses perhitungan nilai kepastian dilakukan untuk mengetahui tingkat keyakinan sistem terhadap kemungkinan stadium penyakit rabies berdasarkan gejala yang dipilih oleh

pengguna. Data kasus pengujian pada sistem pakar diagnosis stadium rabies disajikan pada Tabel 6. Pengguna memilih beberapa gejala yang dirasakan beserta tingkat keyakinannya.

Tabel 6. Data uji kasus

Gejala yang dipilih	Nama Gejala	Logika Perubahan
G2	Demam	Mungkin
G3	Pusing dan pening	sangat yakin
G16	Takut pada cahaya	yakin
G10	Kebingungan	yakin
G11	Keluar banyak air liur	mungkin tidak
G20	Beri teriak	mungkin

- a) Data kasus (*CF_{user}*)
 Skala logika perubahan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Skala logika perubahan yang dipilih

Logika Perubahan	Bobot (<i>CF_{user}</i>)
Mungkin	0.4
sangat Yakin	0.8
Yakin	0.6
Yakin	0.6
Mungkin Tidak	0.2
Mungkin	0.4

- b) *CF* evidensi tiap gejala terhadap stadium rabies
 Nilai *CF* evidensi tiap gejala pada stadium rabies dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai *CF* evidensi tiap gejala

Kode Gejala	Nama Gejala	Logika Perubahan	<i>CF_{user}</i>	<i>CF_{Pakar}</i>	<i>CF_{pakar}</i> * <i>CF_{user}</i>
G2	Demam	Mungkin	0.4	0.5	0.2
G3	Pusing dan pening	sangat Yakin	0.8	0.6	0.48
G16	Takut pada cahaya	Yakin	0.6	0.7	0.42
G10	Kebingungan	Yakin	0.6	0.7	0.42
G11	Keluar banyak air liur	Mungkin Tidak	0.2	0.7	0.14
G20	Beri teriak	Mungkin	0.4	0.9	0.36

- c) Kombinasi *CF* untuk setiap penyakit (*rule* terkait)

P1 Stadium Prodromal

Gejala: G2 = 0.20 dan G3 = 0.48:

$$CF_{combined} = 0.20 + 0.48 \times (1 - 0.20)$$

$$= 0.584 \rightarrow \text{Persen} = 58.40\%$$

P2 Stadium Sensoris

Gejala: G2 = 0.20, G10 = 0.42, G11 = 0.14, G16 = 0.42

$$CF_{combined} = 0.20 + 0.42 \times (1 - 0.20)$$

$$= 0.536$$

$$CF_{combined} = 0.536 + 0.14 \times (1 - 0.536)$$

$$= 0.60096$$

$$CF_{combined} = 0.60096 + 0.42 \times (1 - 0.60096)$$

$$= 0.7685568 \rightarrow \text{Persen} = 76.86\%$$

P3 Stadium Eksitasi (Furious Rabies)

Gejala: G11 = 0.14, G16 = 0.42, G20 = 0.36

$$CF_{combined} = 0.14 + 0.42 \times (1 - 0.14) \\ = 0.5012$$

$$CF_{combined} = 0.5012 + 0.36 \times (1 - 0.5012) \\ = 0.680768 \rightarrow \text{Persen} = 68.81\%$$

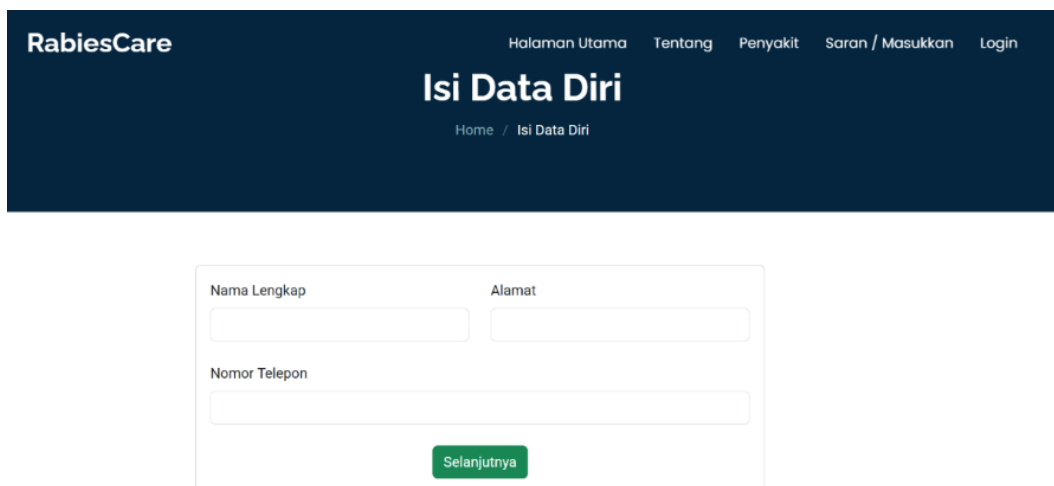
P4 Stadium Paralitik (Dumb Rabies)

Gejala: G11 = 0.14 dan G16 = 0.42:

$$CF_{combined} = 0.14 + 0.42 \times (1 - 0.14) \\ = 0.5012 \rightarrow \text{Persen} = 50.12\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai CF tertinggi terdapat pada P2 yaitu stadium sensoris sebesar 0,769 (76,9%). Dominannya P2 disebabkan oleh kesesuaian gejala yang dipilih dengan karakteristik stadium sensoris serta tingginya nilai MB pada gejala tersebut, sehingga menghasilkan nilai CF yang lebih besar dibandingkan stadium lainnya. Secara medis, hasil ini masih relevan karena stadium sensoris merupakan fase awal rabies yang ditandai dengan gejala awal gangguan saraf. Namun, metode CF hanya bersifat sebagai pendukung keputusan, sehingga hasil diagnosis tidak menggantikan pemeriksaan oleh tenaga medis. Hasil ini juga menunjukkan bahwa metode CF mampu mengakomodasi ketidakpastian dalam proses diagnosis berbasis gejala, karena nilai yang dihasilkan merupakan kombinasi antara keyakinan pakar dan tingkat kepercayaan pengguna. Implikasinya, metode CF dapat membantu dalam deteksi dini sehingga penanganan dapat dilakukan lebih cepat sebelum penyakit berkembang ke stadium yang lebih parah.

Setelah proses perhitungan nilai kepastian dilakukan, tahap selanjutnya adalah implementasi sistem pakar yang dibangun untuk memfasilitasi proses diagnosis tersebut. Implementasi sistem menampilkan beberapa fitur utama seperti halaman isi data diri pengguna, proses pemilihan gejala oleh pengguna, serta halaman hasil diagnosis yang menampilkan stadium penyakit rabies dengan nilai tingkat keyakinannya. Sistem ini juga menyediakan informasi tambahan berupa saran atau rekomendasi penanganan berdasarkan hasil diagnosis yang diperoleh. *Interface* isi data diri ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. *Interface* isi data diri

Halaman pengisian data diri sebagai halaman awal sebelum diagnosis, di mana pengguna mengisi informasi seperti nama, alamat, dan nomor telepon sebagai identitas. Setelah data lengkap, pengguna dapat melanjutkan ke tahap pemilihan gejala. *Interface* pemilihan gejala ditampilkan pada Gambar 4.

Gambar 4. Interface pemilihan gejala

Halaman pemilihan gejala digunakan pengguna untuk memilih gejala yang dirasakan beserta tingkat keyakinannya. Data ini menjadi *input* utama dalam perhitungan metode CF untuk menentukan tingkat kepastian diagnosis. *Interface* hasil diagnosis disajikan pada Gambar 5.

Data Diri
 Nama : Hendrikus Homo Koten
 Nomor Telepon: 081237046070
 Alamat : kefa

Gejala yang Dipilih:

ID Gejala	Nama Gejala	Kondisi
G-1	Kurang nafsu makan	Cukup Yakin
G-2	Demam	Cukup Yakin
G-3	Pusing dan pening	Cukup Yakin
G-4	Badan lemas	Tidak tahu
G-5	Susah tidur	Sedikit Yakin

Cf Combine Berdasarkan Penyakit:

ID Penyakit	Nama Penyakit	Cf Combine	Persentase
1	penyakit Stadium Prodromal	0.805	80.46 %
2	penyakit Stadium Sensoris	0.18	18 %
3	penyakit Stadium Eksitasi (Furious Rabies)	0.08	8 %

Kesimpulan
 Menderita *penyakit Rabies* , dan sekarang berada di tahap *Stadium Prodromal* dengan Persentase: 80.46%

Deskripsi
 Fase awal setelah masa inkubasi. Gejala tidak spesifik seperti demam, lelah, nyeri kepala, mual, dan rasa kesemutan atau gatal di lokasi gigitan. Bisa berlangsung 2–10 hari.

Penanggulangan
 Vaksinasi segera (PEP) setelah gigitan hewan berisiko, Bersihkan luka dengan sabun dan air mengalir minimal 15 menit, Pemberian imunoglobulin rabies jika diperlukan.

[Cetak Laporan](#)

Gambar 5. Interface hasil diagnosis

Halaman hasil diagnosis menampilkan stadium rabies yang paling mungkin dialami pengguna berdasarkan nilai CF tertinggi. Nilai CF juga ditampilkan dalam bentuk persentase, di mana semakin tinggi persentase menunjukkan semakin besar tingkat kepastian terhadap

diagnosis tersebut. Informasi ini memberikan gambaran tingkat keyakinan hasil berdasarkan gejala yang dipilih pengguna.

Hasil implementasi sistem telah dilakukan pengujian sistem secara fungsional menggunakan pengujian *black box*. Hasil pengujian sistem dilakukan menggunakan 27 skenario uji yang mencakup seluruh fitur utama, yaitu *input* data pengguna, pemilihan gejala, dan proses diagnosis. Pengujian melibatkan dua penguji, yaitu operator puskesmas dan pasien, untuk memastikan sistem dapat digunakan dari berbagai sudut pandang pengguna.

Parameter evaluasi yang digunakan adalah keberhasilan fungsi (*valid/invalid*) berdasarkan kesesuaian antara *input* dan *output* sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh skenario berjalan dengan baik dan menghasilkan *output* yang sesuai, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Validasi sistem dilakukan dengan menjadikan hasil diagnosis pakar sebagai *ground truth* dan membandingkannya dengan hasil diagnosis yang dihasilkan sistem. Pada tahap pengujian, sistem dijalankan sebanyak 30 kali menggunakan kombinasi gejala yang berbeda-beda. Setiap data gejala dimasukkan ke dalam sistem, kemudian hasil diagnosis sistem dibandingkan dengan hasil diagnosis yang diberikan oleh pakar.

Hasil perbandingan antara diagnosis sistem dan diagnosis pakar selanjutnya direkapitulasi. Berdasarkan pengujian terhadap 30 skenario diagnosis, diperoleh 27 data dengan hasil diagnosis yang sesuai dan 3 data dengan hasil diagnosis yang tidak sesuai. Tingkat akurasi sistem kemudian dihitung menggunakan rumus akurasi seperti Persamaan (3).

$$Akurasi = \frac{27}{30} \times 100 = 90 \% \quad (3)$$

Berdasarkan perhitungan pada Persamaan (3) maka diperoleh tingkat akurasi sistem sebesar 90%. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar diagnosis yang dihasilkan oleh sistem telah sesuai dengan diagnosis yang diberikan oleh pakar, sehingga sistem dinilai mampu memberikan hasil diagnosis yang baik dan dapat digunakan sebagai alat bantu diagnosis.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pakar berbasis web untuk diagnosis penyakit rabies pada manusia berhasil dikembangkan dengan menerapkan metode CF. Sistem yang dibangun mampu mengolah data gejala yang dimasukkan pengguna dan menghasilkan nilai tingkat keyakinan terhadap hasil diagnosis berdasarkan metode CF.

Hasil pengujian fungsional menggunakan *black box testing* menunjukkan bahwa seluruh fitur sistem dapat beroperasi sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan. Selain itu, validasi dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis sistem terhadap diagnosis yang diberikan oleh pakar sebagai acuan *ground truth*. Proses validasi dilakukan melalui 30 skenario pengujian dengan variasi kombinasi gejala yang berbeda. Dari pengujian tersebut diperoleh 27 hasil yang sesuai dan 3 hasil yang tidak sesuai dengan diagnosis pakar, sehingga sistem mencapai tingkat akurasi sebesar 90%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki kemampuan yang baik dalam mendukung proses diagnosis rabies pada manusia.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah data pengujian yang digunakan relatif terbatas dan penentuan nilai CF masih bergantung pada pengetahuan serta pengalaman pakar yang terlibat dalam penelitian. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan jumlah data yang lebih besar, melibatkan lebih banyak pakar dalam proses penentuan nilai CF, serta mengintegrasikan data medis yang lebih lengkap agar akurasi dan keandalan sistem dapat ditingkatkan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Puskesmas Oelolok, khususnya Bapak Fiktor Imanuel Selan yang telah bersedia menjadi narasumber dalam proses pengumpulan data dan memberikan informasi terkait penyakit rabies. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan masukan dalam proses penyusunan penelitian ini sehingga penelitian dapat diselesaikan dengan baik.

Pernyataan

Kontribusi Penulis. M. G. M.: konseptualisasi penelitian, pengumpulan data, perancangan sistem, implementasi metode CF, pengembangan aplikasi berbasis web, analisis hasil, dan penulisan naskah. Y. P. K. K.: validasi metode penelitian, evaluasi hasil pengujian sistem, serta revisi dan penyuntingan naskah. K. T. J. S.: supervisi penelitian, pengawasan pelaksanaan penelitian, pemberian arahan akademik, dan persetujuan akhir naskah untuk publikasi.

Pendanaan. Penelitian ini tidak menerima pendanaan dari pihak mana pun.

Konflik Kepentingan. Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan terkait publikasi artikel ini.

Ketersediaan Data. Data tersedia dari penulis korespondensi atas permintaan yang wajar.

Persetujuan Etik. Penelitian dilakukan dengan persetujuan responden secara sukarela dan tetap menjaga kerahasiaan data pribadi responden selama proses penelitian berlangsung.

Penggunaan Kecerdasan Buatan (AI). Penulis menyatakan bahwa penggunaan alat berbasis kecerdasan buatan (AI) hanya terbatas pada aspek penyuntingan bahasa dan tidak mempengaruhi substansi ilmiah penelitian.

Daftar Referensi

- [1] T. Suprayoga *et al.*, “Pencegahan rabies melalui edukasi masyarakat dan vaksinasi hewan,” *Din. J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 10, no. 1, pp. 2022–2027, 2026, doi: 10.31849/dinamisia.v10i1.30281.
- [2] N. H. Buchair, D. S. Syahadat, S. B. Laba, M. Palinggi, N. F. Sari, and N. A. Azzahra, “Pemetaan kepadatan penduduk, status vaksinasi dan kejadian gigitan hewan penular rabies,” *J. Penelit. Kesehat. Suara Forikes*, vol. 16, no. 1, pp. 970–979, 2025, doi: 10.33846/sf16419.
- [3] D. Puspita, “Penerapan metode forward chaining untuk sistem pakar diagnosa penyakit rabies pada manusia,” *Sains, Apl. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 70–77, 2021.
- [4] Z. F. A’ini, Z. R. Alfy, and S. M. Soenarno, “Pengenalan penyakit rabies dan vaksinasi rabies di lingkungan RW 01 Kramat Jati, Jakarta Timur,” *J. Pengabd. Masy. Biol. dan Sains*, vol. 3, no. 1, pp. 17–28, 2024, doi: 10.30998/jpmbio-sains.v3i1.2979.
- [5] V. A. B. Mau, R. A. K. Tahun, J. L. Boboy, R. L. Bahan, H. S. Tse, and S. L. Ourimahua, “Gambaran rabies dan upaya pengendalian di Kabupaten TTS Propinsi Nusa Tenggara Timur (NTT),” *PREPOTIF J. Kesehat. Masy.*, vol. 8, no. 3, pp. 7740–7747, 2024, doi: 10.31004/prepotif.v8i3.37826.
- [6] M. L. F. P. Kale, A. G. Riwu, Y. T. Simarmata, Y. O. P. Wuhan, and F. R. Loe, “Applying the one health approach to rabies control in the Timor Archipelago, East Nusa Tenggara: A literature review on epidemiology and strategic interventions,” *Cendana Med. J.*, vol. 13, no. 1, pp. 44–53, 2025, doi: 10.35508/cmj.v13i1.23786.

- [7] Badan Nasional Penanggulangan Bencana Provinsi Nusa Tenggara Timur (BNPB NTT), “Laporan penanganan kasus rabies di Provinsi Nusa Tenggara Timur tahun 2023,” Kupang, Indonesia, Nov. 2023. [Online]. Available: <https://bnpb.go.id> (accessed Mar. 10, 2026).
- [8] R. D. Wicaksana, “Gambaran tingkat pengetahuan dan sikap pasien tergigit hewan rabies di Kota Palangka Raya tahun 2023,” *J. Forum Kesehat. Media Publ. Kesehat. Ilm.*, vol. 14, no. 1, pp. 15–19, 2024, doi: 10.52263/jfk.v14i1.253.
- [9] I. D. A. Rismayanti, I. M. Sundayana, N. K. P. Marthasari, N. M. D. Y. Astriani, and I. W. Antariksawan, “Pengabdian masyarakat tentang bahaya rabies melalui media komunikasi informasi dan edukasi pada masyarakat Desa Bungkulan Singaraja Bali,” *J. Kreat. Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 7, no. 1, pp. 171–177, 2024, doi: 10.33024/jkpm.v7i1.12527.
- [10] S. Wahyudi and R. R. Landapa, “Patofisiologi ensefalitis pada rabies,” *Lombok. Med. J.*, vol. 3, no. 2, pp. 74–78, 2024, doi: 10.29303/lmj.v3i2.4527.
- [11] L. N. Rachmawati, C. R. K. Fitri, and M. E. A. Octaviana, “Peluang dan tantangan artificial intelligence terhadap optimalisasi layanan kesehatan: Systematic literature review,” *JATI (J. Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 9, no. 1, pp. 882–890, 2025.
- [12] N. A. S. Avianta, D. H. Putra, B. A. Satrya, and M. F. Iqbal, “Analisis implementasi artificial intelligence dalam dunia kesehatan Indonesia: Literature review,” *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 5, no. 4, pp. 1199–1210, 2025, doi: 10.57152/malcom.v5i4.2229.
- [13] Resnawita and B. Hendrik, “Sistem pakar mendiagnosa penyakit rabies menggunakan metode certainty factor,” *JUISIK*, vol. 3, no. 3, pp. 144–153, 2023, doi: 10.55606/juisik.v3i3.673.
- [14] V. D. Saputri, “Desain dan implementasi sistem pakar diagnosa penyakit menggunakan forward chaining,” *J. Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 75–80, 2024, doi: 10.70963/jk.v2i2.109.
- [15] Ismail, Asni, and Sagenawati, “Sistem pakar diagnosa penyakit gangguan kehamilan menggunakan metode berbasis web,” *J. Ilm. Sist. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 3, pp. 620–637, 2025, doi: 10.55606/juisik.v5i3.1791.
- [16] F. L. Nusa, S. A. Wibowo, and D. Rudhistiar, “Sistem pakar diagnosis penyakit pada anjing menggunakan metode certainty factor,” *JATI (J. Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 1, pp. 245–252, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i1.4627.
- [17] D. Setiadi, A. Syaputra, and T. Susanti, “Penerapan metode certainty factor pada sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit vertigo,” *Jusikom*, vol. 6, no. 2, pp. 105–114, 2021.
- [18] N. Yasmin, Y. Yuhandri, and G. W. Nurcahyo, “Analisis metode forward chaining dan certainty factor untuk diagnosa penyakit pada ibu hamil,” *Bull. Comput. Sci. Res.*, vol. 5, no. 5, pp. 1195–1202, 2025, doi: 10.47065/bulletincsr.v5i5.756.
- [19] Febryanto and L. Efriyanti, “Design expert system to identify student talent based on personality type using certainty factor method in SMP Muhammadiyah Kandis Siak Riau Province,” *Knowbase Int. J. Knowl. Database*, vol. 2, no. 1, pp. 97–113, 2022, doi: 10.30983/ijokid.v2i1.5587.
- [20] K. T. Seran and H. H. Ullu. (2025). Sistem pakar diagnosa tingkat depresi mahasiswa tugas akhir dengan algoritma teorema Bayes. *Progresif J. Ilm. Kompute*, vol. 2, no. 1, pp. 262–271, 2025, doi: 10.35889/progresif.v2i1.2454.

- [21] T. Lubis and M. I. P. Nasution, “Peran teknologi informasi dan komunikasi dalam meningkatkan efisiensi sistem pendukung organisasi,” *Cemerlang J. Manaj. dan Ekon. Bisnis*, vol. 4, no. 1, 2023, doi: 10.55606/cemerlang.v4i1.2246.
- [22] C. R. Mau, Y. P. K. Kelen, S. S. Manek, and H. H. Ullu, “Sistem pakar identifikasi modalitas belajar siswa menggunakan metode *certainty factor* studi kasus: SMA Negeri 1 Kefamenanu,” *J. Sist. Inf.*, vol. 8, no. 1, 2026, doi: 10.31849/5p3q5y60.
- [23] Irma, “Studi epidemiologi kejadian gigitan hewan penular rabies (GHPR) di Kota Kendari tahun 2024,” *J. Humanit. Soc. Stud.*, vol. 4, no. 1, pp. 107–114, 2026.
- [24] R. A. Hendrawan, A. Fasha, and J. Jestian, “Implementasi sistem manajemen inventaris, penjualan, dan penyewaan sneakers berbasis bahasa pemrograman C ++ dengan file I / O,” *Jukompak*, vol. 1, no. 4, pp. 22–32, 2025.
- [25] L. Hanum, D. N. Astria, T. Imara, R. Hidayatullah, and Harmonedi, “Telaah konsep dasar penelitian pendidikan dan relevansinya terhadap peningkatan kualitas karya ilmiah di lembaga pendidikan Islam,” *J. Pendidik. Islam*, vol. 3, no. 2, pp. 442–453, 2025, doi: 10.61104/ihsan.v3i2.1014.