

Perbandingan Metode Dempster Shafer Dan Teorema Bayes Dalam Sistem Pakar Mendiagnosa Moyamoya Disease

Naufal Rifqi, Agus Iskandar*

Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika, Program Studi Informatika, Universitas Nasional, Jakarta, Indonesia

Email: ¹opalpapah10@gmail.com, ²*iskandaragus1005@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: iskandaragus1005@gmail.com

Submitted: 21/09/2023; Accepted: 30/09/2023; Published: 30/09/2023

Abstrak—Penelitian ini bertujuan utama untuk membandingkan dua pendekatan analisis, yaitu Metode Dempster-Shafer dan Teorema Bayes, dalam konteks sistem yang dikembangkan untuk mendiagnosa penyakit Moyamoya. Moyamoya adalah suatu kondisi langka yang melibatkan penyempitan atau penyumbatan pembuluh darah di otak, yang dapat mengakibatkan gangguan aliran darah dan meningkatkan risiko stroke. Di bidang medis, diagnosis penyakit Moyamoya merupakan langkah awal yang krusial untuk perencanaan perawatan yang tepat. Metode Dempster-Shafer adalah pendekatan yang digunakan untuk mengatasi ketidakpastian dan menggabungkan informasi yang tidak pasti menjadi sebuah kesimpulan. Sementara itu, Teorema Bayes adalah suatu prinsip statistik yang menghubungkan probabilitas hipotesis sebelum dan setelah munculnya bukti baru. Kedua pendekatan ini penting dalam proses diagnosa medis. Dalam penelitian ini, kedua metode diimplementasikan dalam sistem pakar yang dikembangkan khusus untuk mendiagnosa penyakit Moyamoya. Data dari kasus-kasus Moyamoya digunakan untuk mengevaluasi kinerja kedua metode. Pengukuran kinerja dilakukan dengan mengamati akurasi diagnosa, waktu komputasi, dan penggunaan sumber daya. Hasil penelitian ini memberikan wawasan berharga mengenai efektivitas dan kinerja Metode Dempster-Shafer serta Teorema Bayes dalam aplikasi medis, terutama dalam diagnosa penyakit Moyamoya. Kelebihan dan kelemahan masing-masing pendekatan terungkap, membantu memahami situasi di mana setiap metode paling cocok digunakan. Metode Dempster-Shafer efektif dalam menghadapi ketidakpastian kompleks dan menggabungkan bukti yang tidak pasti. Sementara itu, Teorema Bayes lebih unggul dalam penghitungan probabilitas. Implikasi dari penelitian ini penting dalam mengembangkan sistem pakar medis yang lebih canggih. Dalam dunia medis, di mana keputusan diagnosis berdampak pada perawatan pasien, pemahaman yang lebih baik tentang pendekatan-pendekatan ini membantu memilih metode yang paling tepat dalam situasi tertentu. Hasil perbandingan kedua metode ini menunjukkan bahwa Metode Dempster-Shafer menghasilkan probabilitas tinggi sekitar 91%, mengindikasikan kemungkinan besar pasien menderita penyakit ini. Di sisi lain, Teorema Bayes menghasilkan probabilitas rendah sekitar 22%, menunjukkan kemungkinan pasien menderita Moyamoya Disease relatif kecil.

Kata Kunci: Sistem Pakar; Dempster Safer; Teorema Bayes; Penyakit Moya-Moya

Abstract—The main aim of this research is to compare two analytical approaches, namely the Dempster-Shafer Method and the Bayes Theorem, in the context of a system developed for diagnosing Moyamoya disease. Moyamoya is a rare condition involving the narrowing or blocking of blood vessels in the brain, which can lead to disrupted blood flow and an increased risk of stroke. In the medical field, diagnosing Moyamoya disease is a crucial initial step for appropriate treatment planning. The Dempster-Shafer Method is an approach used to address uncertainty and combine uncertain information into a conclusion. On the other hand, the Bayes Theorem is a statistical principle that connects the probability of a hypothesis before and after new evidence emerges. Both of these approaches are vital in the medical diagnostic process. In this study, both methods are implemented in an expert system specifically developed for diagnosing Moyamoya disease. Data from Moyamoya cases are used to evaluate the performance of both methods. Performance measurement is conducted by observing diagnostic accuracy, computational time, and resource usage. The results of this research provide valuable insights into the effectiveness and performance of the Dempster-Shafer Method and the Bayes Theorem in medical applications, particularly in diagnosing Moyamoya disease. Strengths and weaknesses of each approach are revealed, aiding in understanding situations where each method is most suitable. The Dempster-Shafer Method is effective in dealing with complex uncertainties and combining uncertain evidence. Meanwhile, the Bayes Theorem excels in probability calculations. The implications of this research are important in developing more advanced medical expert systems. In the medical realm, where diagnostic decisions impact patient care, a better understanding of these approaches helps in selecting the most appropriate method for specific situations. The results of comparing both methods indicate that the Dempster-Shafer Method yields a high probability of around 91%, indicating a substantial likelihood that the patient is suffering from this disease. Conversely, the Bayes Theorem yields a low probability of around 22%, suggesting a relatively small likelihood that the patient has Moyamoya Disease.

Keywords : Expert System; Dempster Safer; Bayes Theorem; Moya-Moya Disease

1. PENDAHULUAN

Penyakit Moyamoya merupakan suatu kondisi neurovaskular yang jarang terjadi, namun memiliki dampak yang signifikan pada kesehatan otak dan sistem vaskular seseorang. Istilah "Moyamoya" sendiri berasal dari bahasa Jepang yang berarti "awan asap," menggambarkan tampilan berliku pembuluh darah baru yang terbentuk sebagai upaya kompensasi oleh tubuh sebagai respons terhadap penyempitan atau penyumbatan pembuluh darah otak yang ada. Kondisi ini pertama kali dijelaskan di Jepang pada tahun 1960-an, namun sejak itu telah ditemukan di berbagai negara di seluruh dunia, termasuk Indonesia.

Meskipun penyakit Moyamoya relatif langka, dampaknya dapat sangat serius. Kondisi ini dapat menyebabkan aliran darah yang terbatas ke bagian otak, meningkatkan risiko stroke, serangan iskemik sementara, atau bahkan perdarahan otak. Diagnosis yang tepat dan pengelolaan yang sesuai merupakan langkah penting dalam

upaya mencegah komplikasi yang lebih parah. Namun, di Indonesia, pengetahuan tentang penyakit Moyamoya masih terbatas, dan kesadaran tentang kondisi ini di kalangan masyarakat umum dan tenaga medis masih perlu ditingkatkan [1],[2],[3].

Indonesia memiliki populasi yang besar dan beragam dengan tingkat aksesibilitas layanan kesehatan yang berbeda di berbagai daerah. Keterbatasan fasilitas medis, terutama di daerah pedesaan, dapat mempengaruhi kemampuan pasien untuk mendapatkan diagnosis yang tepat waktu dan perawatan yang diperlukan. Di sisi lain, kesadaran tentang penyakit ini di kalangan tenaga medis dan masyarakat mungkin kurang, yang dapat menghambat upaya diagnosis dini. Dengan kemajuan dalam teknologi medis dan di bidang kecerdasan buatan, pengembangan sistem pakar untuk mendukung diagnosis penyakit kompleks seperti Moyamoya semakin mungkin dilakukan.

Namun, pengembangan sistem pakar yang efektif memerlukan pemahaman yang kuat tentang aspek-aspek medis dan algoritma yang digunakan untuk menganalisis data dan memberikan rekomendasi. Dalam konteks penyakit Moyamoya, di mana ketidakpastian seringkali hadir dalam data klinis, pemilihan metode analisis yang sesuai sangat penting [4],[5].

Melihat keadaan perkembangan medis global, penelitian terkait penyakit Moyamoya telah dilakukan di berbagai negara untuk memahami faktor risiko, gejala klinis, respons terhadap terapi, dan dampak jangka panjang. Namun, keadaan spesifik penyakit Moyamoya di Indonesia belum sepenuhnya tercermin dalam penelitian dan literatur medis global. Oleh karena itu, penting untuk menghasilkan informasi yang berhubungan dengan penyakit Moyamoya yang lebih khusus dan relevan dengan kondisi di Indonesia. Dalam konteks tersebut, penelitian yang berkaitan dengan penyakit Moyamoya di Indonesia sangat penting untuk dilakukan.

Penelitian ini akan memberikan wawasan yang lebih baik tentang karakteristik penyakit Moyamoya dalam populasi Indonesia, termasuk faktor risiko yang mungkin berbeda dengan populasi lain. Pemahaman yang lebih baik tentang profil penyakit ini di Indonesia akan memberikan informasi yang diperlukan bagi tenaga medis dalam mendeteksi dan mengelola penyakit ini dengan lebih baik. Selain itu, di tengah kemajuan teknologi medis, pengembangan sistem pakar sebagai alat bantu diagnosa menjadi relevan.

Sistem pakar memiliki potensi untuk menggabungkan pengetahuan medis dengan kemampuan analisis komputasional untuk memberikan rekomendasi yang lebih cepat dan akurat dalam proses diagnosa. Namun, dalam pengembangan sistem pakar untuk penyakit Moyamoya, pilihan metode analisis yang tepat dan sesuai dengan karakteristik data yang tidak pasti menjadi perhatian utama. Oleh sebab itu, penggunaan metode analisis yang tepat sangat penting untuk mengatasi tantangan dalam mendiagnosa penyakit Moyamoya, terutama mengingat ketidakpastian yang seringkali hadir dalam data medis. Dua metode analisis yang menarik untuk dieksplorasi adalah Metode Dempster-Schaffer dan Teorema Bayes [6].

Metode Dempster-Schaffer adalah pendekatan yang berguna untuk mengatasi ketidakpastian dalam pengambilan keputusan dengan menggabungkan bukti-bukti yang tidak pasti untuk membentuk derajat keyakinan terhadap hipotesis tertentu. Metode ini dapat membantu dalam mengelola ketidakpastian yang mungkin muncul dalam gejala dan hasil tes yang digunakan untuk mendiagnosa penyakit Moyamoya. Dalam konteks aplikasi medis, penggunaan Metode Dempster-Schaffer dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang tingkat kepastian diagnosis dan membantu dalam menghasilkan rekomendasi yang lebih akurat.

Sedangkan metode Teorema Bayes adalah pendekatan statistik yang sering digunakan untuk menghitung probabilitas kondisional berdasarkan informasi awal dan bukti yang baru diperoleh. Metode ini sangat sesuai untuk menghitung probabilitas diagnosis berdasarkan gejala dan data pasien yang ada. Dalam kasus penyakit Moyamoya, Teorema Bayes dapat membantu dalam menghitung probabilitas terjadinya kondisi ini berdasarkan berbagai faktor risiko dan gejala yang diamati pada pasien [7],[8].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada tahun 2018 dengan judul "Penerapan Metode DS (Dempster Shafer) dalam Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Stroke Hemoragik dan Iskemik," hasil temuan oleh Jansen Kanggeraldo dan rekannya menunjukkan bahwa sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit stroke telah berhasil diterapkan menggunakan pendekatan metode Dempster Shafer sesuai dengan ekspektasi fungsionalitasnya [3]. Selanjutnya, pada penelitian lain yang dilakukan oleh Ira Lina Kedayto Panjaitan dan timnya pada tahun yang sama, dibahas perbandingan antara metode Dempster Shafer dengan metode Certainty Factor dalam proses diagnosis penyakit stroke. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa metode Certainty Factor lebih unggul dalam mendiagnosa penyakit stroke dibandingkan dengan metode Dempster Shafer. Akurasi diagnosis sistem pakar dengan metode Certainty Factor mencapai 90%, sementara dengan metode Dempster Shafer mencapai 80% [2].

Selanjutnya, berdasarkan hasil riset ketiga yang dilakukan pada tahun 2020, fokusnya adalah pada penyakit Tuberkulosis Otak dan pendekatannya menggunakan metode Certainty Factor. Penelitian ini dipimpin oleh Alexius Ulan Bani dan timnya. Temuan dari penelitian ini menyimpulkan bahwa metode Certainty Factor (CF) digunakan dalam mendiagnosa penyakit Tuberkulosis Otak dengan tingkat kepercayaan rata-rata sekitar 80% dari total 100%. Persentase ini dianggap cukup tinggi, menunjukkan tingkat keyakinan yang tinggi terhadap hasil diagnosa penyakit ini. Metode ini juga terbukti sangat efektif dalam membantu menyelesaikan permasalahan dalam diagnosis Tuberkulosis Otak. Hasil perhitungan berdasarkan tingkat kepercayaan dari setiap pengguna mengarahkan langkah-langkah yang perlu diambil selanjutnya untuk mengatasi penyakit ini [9].

Selanjutnya penelitian terkait yang ke empat diteliti oleh mohamad aldjawad Dkk pada tahun 2021 yang membahas tentang perbandingan metode Dempster Shafer dengan Metode CF dalam mendeteksi Dini Penyakit Alzheimer pada Lansia. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa Dalam mendiagnosa penyakit Alzheimer,

metode Certainty Factor dapat dibilang lebih akurat untuk mendiagnosa suatu penyakit dibandingkan metode Dempster Shafer [10]. Lalu untuk penelitian terkait kelima yang diteliti oleh Maya lestari Dkk pada tahun 2021 yang membahas tentang mendiagnosa penyakit transient ischaemic Attack dengan menerapkan metode Dempster Shafer. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa Penerapan algoritma Dempster Shafer sangat membantu dalam penyelesaian masalah dikarena mengetahui tingkatan pada setiap penyakit yang mendekati dan mengetahui hasil yang cukup dekat dengan kemungkinan yang terjadi [1].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Sistem Pakar

Sistem Pakar adalah suatu aplikasi berbasis kecerdasan buatan yang dirancang untuk meniru kemampuan penalaran dan pengetahuan seorang ahli manusia dalam suatu bidang tertentu. Tujuan utama dari sistem pakar adalah memberikan solusi atau rekomendasi yang dapat membantu pengguna dalam mengambil keputusan kompleks atau menyelesaikan masalah di bidang spesifik tanpa memerlukan kehadiran langsung seorang ahli manusia [5],[11]. Sistem pakar berupaya mengumpulkan pengetahuan dan aturan yang biasanya dimiliki oleh ahli dalam bentuk basis pengetahuan, kemudian menggunakan informasi ini untuk memberikan analisis, diagnosis, rekomendasi, atau solusi. Kelebihan utama dari sistem pakar adalah kemampuannya untuk menghadapi masalah yang kompleks, mengatasi ketidakpastian, dan memberikan rekomendasi yang konsisten berdasarkan pengetahuan yang ada. Namun, sistem pakar juga memiliki batasan, seperti keterbatasan dalam menangani situasi yang sangat unik atau situasi di luar basis pengetahuan yang ada [12],[13],[14].

2.2 Metode Dempster Shafer

Metode Dempster-Shafer, yang juga dikenal sebagai Teori Kepercayaan (Belief Theory) atau Teori Massa, adalah kerangka kerja matematis yang digunakan untuk mengatasi ketidakpastian dan menggabungkan bukti dari berbagai sumber informasi. Metode ini dikembangkan oleh Glenn Shafer sebagai alternatif untuk Teori Probabilitas klasik, terutama dalam konteks di mana informasi yang tersedia tidak cukup untuk menetapkan distribusi probabilitas yang tepat [15],[16],[17].

Metode Dempster-Shafer berfokus pada konsep "massa" daripada probabilitas. Setiap himpunan bukti atau informasi diberikan "massa" yang mengukur kepercayaan terhadap suatu kejadian atau hipotesis. "Dalam Dempster-Shafer, konsep dibagi menjadi dua kategori, yaitu Kepercayaan dan Kemungkinan. Kedua konsep ini diwakili dalam rentang nilai antara 0 hingga 1. Kepercayaan (Belief) mewakili sejauh mana kita mempercayai bukti dalam konteks perhitungan himpunan proposisi. Nilai Kepercayaan (Belief) sebesar 1 menunjukkan bahwa kita sepenuhnya yakin terhadap bukti tersebut, sedangkan nilai 0 mengindikasikan ketiadaan keyakinan terhadap bukti tersebut.

Kemungkinan (Plausibility) adalah ukuran dari ketidakpastian terkait bukti yang dapat mengurangi tingkat keyakinan terhadap bukti tersebut. Misalnya, jika kita memiliki keyakinan terhadap suatu penyakit (X) dan nilai Kepercayaan (Belief) dari X adalah 1, maka nilai Kemungkinan (Plausibility) dari X akan menjadi 0. Konsep Kepercayaan dijabarkan melalui Persamaan (1), sementara konsep Kemungkinan dijelaskan melalui Persamaan (2) [18],[19],[20]." . Adapun rumus dari metode Dempster Shafer ialah :

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

Keterangan:

Bel(X) : Belief(X)

M(Y) : M(Y) = mass function dari (Y)

Rumus untuk Plausibility (Pls) :

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

Keterangan Rumus :

Bel(X') : Belief(X)

Pls(X) : Plausibility (X)

M(X') : mass function dari (X)

M(Y) : mass function dari (Y)

Saat M1 dan M2 digabungkan untuk membentuk M3, hal ini diwakili oleh persamaan sebagai berikut:

$$M3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = M1(X).M2(Y)} M1(X).M2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} M1(X).M2(Y)} \tag{3}$$

Keterangan:

M3(Z) : Mass function dari evidence (Z)

M1(X) : Mass function dari evidence (X)

M2(Y) : Mass function dari evidence (Y)

2.3 Metode Teorema Bayes

Metode Teorema Bayes, atau dikenal juga sebagai Teorema Bayes, adalah suatu pendekatan statistik yang digunakan untuk menghitung probabilitas kondisional dari suatu hipotesis berdasarkan informasi awal atau bukti yang diperoleh baru. Metode ini sangat berguna dalam mengatasi ketidakpastian dan memperbarui pengetahuan berdasarkan informasi tambahan yang terkait dengan suatu peristiwa atau situasi [21],[22],[23]. Pada dasarnya, Teorema Bayes digunakan untuk memperbarui probabilitas suatu hipotesis setelah mendapatkan bukti baru atau informasi baru. Pendekatan ini sangat bermanfaat ketika menghadapi situasi di mana terdapat ketidakpastian dan informasi tambahan yang terus berkembang. Secara matematis, teorema bayes dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) * P(H)}{\sum_{k=1}^n P(E|H_k) * P(H_k)} \quad (4)$$

Keterangan:

$P(H|E)$: Probabilitas hipotesis H terjadi, diberikan bukti E

$P(E|H)$: adalah probabilitas bukti E jika hipotesis H terjadi

$P(H)$: adalah probabilitas hipotesis H terjadi sebelum adanya bukti E

$P(E)$: Probabilitas bukti E terjadi keseluruhan

n : Jumlah hipotesa yang terjadi

Berikut ini panduan langkah demi langkah dalam menerapkan Metode Teorema Bayes:

- a. Langkah pertama menghitung probabilitas masing-masing informasi untuk setiap hipotesis

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) * P(H)}{P(E)} \quad (5)$$

- b. Langkah berikutnya melibatkan penerapan Rumus guna memperkirakan probabilitas yang terkait dengan setiap informasi untuk setiap hipotesis yang telah ada.

$$\sum_{k=1}^n P(E|H_k) = G_1 + \dots + G_n \quad (6)$$

- c. Langkah ketiga berikut ini merupakan rumus yang dipergunakan untuk menghitung probabilitas pada tiap hipotesis, tanpa tergantung pada data pendukung.

$$P(H_i|E) = \frac{P(E|H_i)}{\sum_{k=1}^n P(E|H_k)} \quad (7)$$

- d. Langkah keempat Menghitung probabilitas hipotesis

$$\sum_{k=1}^n P(H_i) * P\left(\frac{E}{H_i}\right) = P(H_i) * P(E|H_i) + \dots + P(H_i) * P(E|H_i) \quad (8)$$

- e. Langkah kelima menghitung rumus untuk mengestimasi $P(H_i|E)$, yang merupakan probabilitas kebenaran H_i dengan bukti E,

$$P(H_i|E_i) = \frac{P(E|H_i) * P(H_i)}{P(E|H_k)} \quad (9)$$

- f. Langkah keenam selanjutnya Dalam kerangka Teorema Bayes, nilai simpulan dapat dihasilkan melalui perkalian antara probabilitas awal bukti ($P(E|H_i)$) dengan probabilitas H_i benar jika bukti E ada ($P(H_i|E)$). Hasil perkalian ini kemudian dapat diakumulasikan untuk memperoleh nilai akhir dari simpulan yang diinginkan..

$$\sum_{k=1}^n \text{bayes} = P(E|H_i) * P(H_i|E_i) + \dots + P(E|H_i) * P(H_i|E_i) \quad (10)$$

2.4 Penyakit MoyaMoya Disease

Penyakit Moyamoya disease merupakan suatu gangguan neurovaskular yang jarang terjadi, ditandai oleh penyempitan atau penyumbatan progresif pada pembuluh darah di otak, khususnya pada daerah arteri yang menyuplai darah ke bagian frontal otak (area yang bertanggung jawab atas kemampuan berpikir dan perencanaan) dan daerah arteri yang membentuk "moyamoya" yang terlihat seperti cabang-cabang asap pada gambaran angiogram (gambaran pembuluh darah dengan menggunakan pewarna kontras). Kondisi ini dapat menyebabkan penurunan aliran darah ke otak dan meningkatkan risiko terjadinya stroke atau kejang pada penderita [4].

2.5 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merujuk pada serangkaian langkah atau proses sistematis yang diikuti oleh peneliti untuk mengumpulkan informasi, menganalisis data, dan menyusun temuan atau hasil penelitian.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Berikut ini adalah definisi umum dari beberapa tahapan penelitian:

- a. Identifikasi Masalah
 Dalam proses penelitian, peneliti memerlukan suatu investigasi untuk mengangkat permasalahan tersebut dengan tujuan untuk didiskusikan dan memberikan kontribusi dalam penyelesaian situasi tersebut.
- b. Pengumpulan Data
 Dalam rangka penelitian ini, peneliti menghimpun data atau informasi yang mendukung hipotesis atau tujuan penelitian, dan sekaligus memverifikasi kesimpulan atau temuan yang diperoleh.
- c. Literatur Review
 Peneliti Melakukan pencarian literatur melalui basis data jurnal ilmiah, perpustakaan digital, database online, dan sumber-sumber lainnya. Gunakan kata kunci yang relevan dengan topik penelitian.
- d. Analisa dan Perbandingan Metode
 Peneliti melakukan perbandingan antara metode Dempster Shafer dan Metode Teorema Bayes
- e. Kesimpulan
 Peneliti meringkas hasil atau temuan adalah elemen krusial dalam setiap karya tulis atau presentasi, yang merangkum inti dari apa yang telah ditemukan atau disimpulkan dari penelitian, analisis, atau evaluasi tertentu. Ringkasan ini memberikan gambaran singkat namun penting tentang esensi dari apa yang telah dipelajari atau ditemukan selama keseluruhan proses.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Knowledge Based

Knowledge-based (basis pengetahuan) adalah istilah yang mengacu pada pendekatan atau sistem yang bergantung pada pengetahuan dan informasi yang terstruktur untuk melakukan tugas tertentu. Ini melibatkan penggunaan pengetahuan yang telah diperoleh atau disusun sebelumnya untuk mengambil keputusan, memecahkan masalah, atau melakukan tugas tertentu.

Dalam merancang suatu sistem yang memiliki kapabilitas untuk mengintegrasikan proses dan metode pengetahuan seorang ahli ke dalam sistem komputer, dengan tujuan untuk menyediakan kemudahan dalam proses diagnosis penyakit Moyamoya Disease dengan tingkat keahlian yang setara dengan ahli manusia, diperlukan langkah-langkah dalam mengelola pengetahuan kepakaran dari seorang ahli. Pengetahuan ini diorganisasikan menjadi kumpulan aturan dan informasi konkret, yang kemudian digunakan untuk menghasilkan diagnosa serta kesimpulan sesuai dengan prinsip-prinsip yang telah ditetapkan dalam basis pengetahuan. Dalam konteks ini, berikut adalah langkah-langkah penyusunan aturan yang berasal dari pengetahuan ahli:

Tabel 1. Data Kepakaran Penyakit Moyamoya Disease

Kode	Nama Gejala	Nilai Kepakaran
Kd1	Kelumpuhan pada salah satu sisi tubuh	0,8
Kd2	Kejang	0,5
Kd3	Sakit Kepala	0,3
Kd4	Gangguan Sensorik dan Motorik	0,5
Kd5	Gangguan Berbicara	0,8
Kd6	Gangguan Penglihatan	0,5
Kd7	Perubahan Perilaku dan Kognitif	0,5
Kd8	Pingsan atau Kelemahan Tiba-Tiba	0,1

Dalam Tabel 1 di atas, disajikan data kepakaran untuk berbagai gejala yang terkait dengan penyakit Moyamoya. Setiap gejala memiliki nilai kepakaran yang mencerminkan tingkat keumuman dan signifikansinya dalam diagnosis dan pengobatan penyakit ini. Nilai kepakaran digunakan untuk memberikan panduan tentang sejauh mana gejala tertentu dapat membantu dalam mengidentifikasi atau mengonfirmasi penyakit Moyamoya. Semakin tinggi nilai kepakaran, semakin kuat hubungan antara gejala tersebut dengan penyakit ini. Data ini bisa

menjadi pedoman penting bagi tenaga medis dalam memahami dan merespon gejala-gejala yang mungkin muncul pada pasien dengan penyakit Moyamoya.

Tabel 2. Nilai Belief

Kepercayaan Terhadap Gejala	Nilai Kepercayaan (Belief)
Sangat tidak setuju	0.1
Tidak Setuju	0.3
Netral	0.5
Setuju	0.8
Sangat Setuju	1

Tabel 2 menampilkan nilai kepercayaan yang terkait dengan penilaian gejala. Setiap tingkat kepercayaan memiliki nilai yang menggambarkan sejauh mana individu merasakan tingkat keterkaitan atau relevansi gejala dengan suatu kondisi atau situasi. Nilai-nilai kepercayaan ini dapat membantu dalam memahami sejauh mana individu mempercayai atau tidak mempercayai hubungan antara gejala dan suatu fenomena. Semakin tinggi nilai kepercayaan, semakin besar keyakinan individu terhadap keterkaitan antara gejala dan fenomena yang diamati. Dengan demikian, tabel ini dapat memberikan panduan tentang sejauh mana persepsi dan keyakinan individu terhadap hubungan antara gejala dan situasi yang dianalisis.

Tabel 3. Nilai Persentase Kepastian

Tingkat Persentase	Nilai Kemungkinan
0% - 50%	Tidak Mungkin
51% - 79%	Mungkin
80% - 99%	Cukup Mungkin
100%	Sangat Meyakinkan

Tabel 3 menggambarkan nilai-nilai yang terkait dengan tingkat persentase kepastian. Setiap rentang persentase memiliki nilai yang mencerminkan tingkat probabilitas atau keyakinan terhadap suatu peristiwa atau fenomena. Nilai-nilai ini membantu dalam memahami sejauh mana tingkat kepercayaan terhadap kemungkinan terjadinya sesuatu. Semakin tinggi nilai persentase, semakin besar kepercayaan terhadap peluang atau kepastian suatu peristiwa. Dengan demikian, tabel ini memberikan panduan tentang sejauh mana kepastian atau ketidakpastian terkait dengan tingkat persentase yang diamati.

3.2 Penerapan Metode Dempster Shafer

Diibaratkan seorang pasien atau user memiliki gejala seperti berikut ini yang ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Sampel Data Gejala Yang Pasien

Kode	Nama Gejala	Nilai Belief
Kd1	Kelumpuhan pada salah satu sisi tubuh	0,3
Kd3	Sakit Kepala	0,5
Kd5	Gangguan Berbicara	0,5
Kd6	Gangguan Penglihatan	0,3
Kd8	Pingsan atau Kelemahan Tiba-Tiba	0,3

Diketahui dari 8 gejala yang ada, pasien mengalami gejala yang dapat dilihat pada tabel 4. Analisis perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus Dempster Shafer. Penyelesaiannya adalah sebagai berikut :

1. Kelumpuhan pada salah satu sisi tubuh

Rasa lelah yang berlebihan adalah gejala penyakit moyamoya dengan nilai kepercayaan dari pasien adalah 0,3.

$$M_1 = 0,3$$

$$M_1(\theta) = 1 - 0,3 = 0,7$$

2. Sakit Kepala

Sakit kepala adalah gejala penyakit moyamoya dengan nilai kepercayaan dari pasien adalah 0,5.

$$M_2 = 0,5$$

$$M_2(\theta) = 1 - 0,5 = 0,5$$

Tabel 5. Perhitungan ke-1 DS

	$M_2 = 0,5$	$M_2(\theta) = 0,5$
$M_1 = 0,3$	0,15	0,15
$M_1(\theta) = 0,7$	0,35	0,35

Selanjutnya menghitung nilai dentitas M_3 .

$$M_3 = 0,15 + 0,34 + 0,15 = 0,65$$

$$M_3(\theta) = 0,35$$

3. Gangguan Berbicara

Gangguan berbicara adalah gejala penyakit moyamoya dengan nilai kepercayaan dari pasien adalah 0,5.

$$M_4 = 0,5$$

$$M_4(\theta) = 1 - 0,5 = 0,5$$

Tabel 6. Perhitungan ke-2 DS

	$M_4 = 0,5$	$M_4(\theta) = 0,5$
$M_3 = 0,65$	0,33	0,33
$M_3(\theta) = 0,35$	0,18	0,18

Selanjutnya menghitung nilai dentitas M_5 .

$$M_5 = 0,33 + 0,18 + 0,33 = 0,83$$

$$M_5(\theta) = 0,18$$

4. Gangguan Penglihatan

Gangguan penglihatan adalah gejala penyakit moyamoya dengan nilai kepercayaan dari pasien adalah 0,3.

$$M_6 = 0,3$$

$$M_6(\theta) = 1 - 0,3 = 0,7$$

Tabel 7. Perhitungan ke-3 DS

	$M_6 = 0,3$	$M_6(\theta) = 0,7$
$M_5 = 0,83$	0,25	0,58
$M_5(\theta) = 0,18$	0,05	0,12

Selanjutnya menghitung nilai dentitas M_5 .

$$M_5 = 0,25 + 0,05 + 0,58 = 0,88$$

$$M_5(\theta) = 0,12$$

5. Pingsan atau Kelemahan Tiba-Tiba

Pingsan atau kelemahan tiba-tiba adalah gejala penyakit moyamoya dengan nilai kepercayaan dari pasien adalah 0,3.

$$M_7 = 0,3$$

$$M_7(\theta) = 1 - 0,3 = 0,7$$

Tabel 8. Perhitungan ke-3 DS

	$M_8 = 0,3$	$M_8(\theta) = 0,7$
$M_7 = 0,88$	0,26	0,61
$M_7(\theta) = 0,12$	0,04	0,09

Selanjutnya menghitung nilai dentitas M_5 .

$$M_9 = 0,26 + 0,04 + 0,61 = 0,91$$

$$M_9(\theta) = 0,09$$

Dari perhitungan yang telah dijelaskan sebelumnya menggunakan metode Dempster-Shafer, hasilnya menunjukkan bahwa kemungkinan pasien atau pengguna mengalami penyakit Moyamoya cukup tinggi, dengan nilai sebesar 0,91 atau setara dengan persentase 91%.

3.3 Penerapan Metode Teorema Bayes

Diibaratkan seorang pasien atau user memiliki gejala seperti berikut ini yang ditunjukkan pada tabel 4. Diketahui dari 8 gejala yang ada, pasien mengalami gejala yang dapat dilihat pada tabel 4. Analisis perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus Teorema Bayes. Penyelesaiannya adalah sebagai berikut :

1. Menentukan tingkat probabilitas

Probabilitas dihitung melalui menghitung hasil pembagian antara jumlah total gejala dengan jumlah keseluruhan kondisi penyakit.

$$Kd1 = \frac{0,3}{1,9} = 0,16$$

$$Kd3 = \frac{0,5}{1,9} = 0,26$$

$$Kd5 = \frac{0,5}{1,9} = 0,26$$

$$Kd6 = \frac{0,3}{1,9} = 0,16$$

$$Kd8 = \frac{0,3}{1,9} = 0,16$$

2. Menggabungkan total nilai probabilitas

$$\sum_{k=1}^n P(E|H_k) = 0,16 + 0,26 + 0,26 + 0,16 + 0,16 = 1$$

3. Menghitung probabilitas pada tiap hipotesis, tanpa tergantung pada data pendukung

$$Kd1 = \frac{0,16}{1} = 0,16$$

$$Kd3 = \frac{0,26}{1} = 0,26$$

$$Kd5 = \frac{0,26}{1} = 0,26$$

$$Kd6 = \frac{0,16}{1} = 0,16$$

$$Kd8 = \frac{0,16}{1} = 0,16$$

4. Langkah keempat Menghitung probabilitas hipotesis

$$\begin{aligned} \sum_{k=5}^5 &= (0,16 * 0,16) + (0,26 * 0,26) + (0,26 * 0,26) + (0,16 * 0,16) + (0,16 * 0,16) \\ &= 0,03 + 0,07 + 0,07 + 0,03 + 0,03 \\ &= 0,21 \end{aligned}$$

5. Menghitung rumus untuk mengestimasi $P(H_i|E)$

$$P(H1|E1) = \frac{0,16*0,16}{0,21} = 0,12$$

$$P(H1|E3) = \frac{0,26*0,26}{0,21} = 0,32$$

$$P(H1|E5) = \frac{0,26*0,26}{0,21} = 0,32$$

$$P(H1|E6) = \frac{0,16*0,16}{0,21} = 0,12$$

$$P(H1|E8) = \frac{0,16*0,16}{0,21} = 0,12$$

6. Mengestimasi nilai akhir dari Teorema Bayes dilakukan dengan mengalikan probabilitas bukti asli

$$\begin{aligned} \sum_{k=5}^5 \text{ Bayes} &= (0,16 * 0,12) + (0,26 * 0,32) + (0,26 * 0,32) + (0,16 * 0,12) + (0,16 * 0,12) \\ &= 0,02 + 0,07 + 0,07 + 0,02 + 0,02 \\ &= 0,22 \end{aligned}$$

Dari perhitungan yang telah diuraikan sebelumnya dengan menerapkan metode Teorema Bayes, diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa kemungkinan pasien atau pengguna tidak mengalami penyakit Moyamoya, dikarenakan nilai perhitungannya sebesar 0,22 atau setara dengan persentase 22%.

3.4 Analisa Hasil Persentase

Tabel 9 dibawah ini memaparkan persentase hasil diagnosis penyakit Moyamoya Disease berdasarkan dua pendekatan yang telah disebutkan sebelumnya.

Tabel 9. Hasil Persentase

Nama Penyakit	Dempster Shafer	Teorema Bayes
Moyamoya Disease	91%	22%

Persentase hasil dari penerapan metode Dempster Shafer dan Teore Bayes dapat ditemukan dalam Tabel 9, dan kesimpulannya adalah dalam konteks evaluasi penyakit, dua metode analisis, yaitu metode Dempster-Shafer dan Teorema Bayes, telah digunakan untuk mengukur kemungkinan terjadinya penyakit tertentu. Untuk penyakit Moyamoya, metode Dempster-Shafer menghasilkan nilai tinggi sebesar 91%, yang mengindikasikan kemungkinan cukup besar pasien terkena penyakit tersebut. Namun, dengan pendekatan Teorema Bayes, hasilnya justru menunjukkan probabilitas rendah sebesar 22%, menyarankan bahwa pasien tidak mungkin menderita Moyamoya Disease. Perbedaan hasil ini menggarisbawahi kompleksitas dalam menganalisis kondisi medis dan dampak dari berbagai metode statistik yang dapat memengaruhi penilaian atas kemungkinan suatu penyakit.

4. KESIMPULAN

Dalam studi evaluasi penyakit, penerapan metode Dempster-Shafer dan Teorema Bayes telah memberikan hasil yang beragam. Melalui analisis yang mendalam, peneliti mengamati bahwa dalam konteks penyakit Moyamoya, kedua metode ini digunakan untuk mengukur kemungkinan terjadinya penyakit tersebut. Metode Dempster-Shafer menghasilkan nilai probabilitas tinggi sebesar 91%, yang mengindikasikan adanya kemungkinan yang cukup besar bahwa pasien menderita penyakit ini. Di sisi lain, Teorema Bayes menyajikan hasil yang berbeda dengan probabilitas rendah sebesar 22%, yang mengisyaratkan bahwa kemungkinan pasien menderita Moyamoya Disease justru tidak terlalu besar. Perbedaan mencolok antara hasil-hasil ini menyoroti kompleksitas dalam menganalisis kondisi medis. Penggunaan berbagai metode statistik, seperti Dempster-Shafer dan Teorema Bayes, dapat menghasilkan interpretasi yang berbeda terhadap kemungkinan suatu penyakit. Temuan ini menggarisbawahi

pentingnya pertimbangan yang hati-hati dan kritis dalam memilih metode analisis dalam evaluasi penyakit, serta perlunya pemahaman mendalam terhadap dampak dan batasan masing-masing metode statistik.

REFERENCES

- [1] Sulindawaty and M. Lestari, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Stroke Transient Ischaemic Attack(TIA) Dengan Menggunakan Metode Dempster Shafer," *J. Sist. Inf. dan Teknol. Jar.*, vol. 2, no. 2, pp. 25–30, 2021, [Online]. Available: <http://e-jurnal.pustakatimur.org/index.php/sisfotekjar/article/view/28>.
- [2] I. L. K. Panjaitan, E. Panggabean, and Sulindawaty, "Analisis Perbandingan Metode Dempster Shafer dengan Metode Certainty Factor Untuk Mendiagnosa Penyakit Stroke," *J. Inform. Pelita Nusant.*, vol. 3, no. 1, pp. 69–74, 2018, [Online]. Available: <http://e-jurnal.pelitanusantara.ac.id/index.php/JIPN/article/view/293>.
- [3] J. Kanggeraldo, R. P. Sari, and M. I. Zul, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Stroke Hemoragik dan Iskemik Menggunakan Metode Dempster Shafer," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 2, no. 2, pp. 498–505, 2018, doi: 10.29207/resti.v2i2.268.
- [4] G. Tangkudung, R. Gunawan, R. Tumewah, and J. M. Pertiwi, "MOYAMOYA DISEASE DENGAN PERDARAHAN INTRAVENTRIKULAR PADA PASIEN USIA MUDA," *J. Sinaps*, vol. 3, no. 2, pp. 13–17, 2020.
- [5] Warna, "Implementasi Algoritma Certainty Factor untuk Mendiagnosa Penyakit yang Disertai Demam," vol. IV, pp. 129–137, 2023.
- [6] A. W. Fathurrahman, M. Thoriqulhaq, and F. Arianto, "Penerapan Machine Learning untuk Pengklasifikasian Hoaks pada Platform Media Sosial," *Senada*, vol. 2022, no. Senada, pp. 66–68, 2022, [Online]. Available: <https://senada.upnjatim.ac.id/index.php/senada/article/view/48%0Ahttps://senada.upnjatim.ac.id/index.php/senada/article/download/48/26>.
- [7] H. Nahumury, A. Mulyani, and H. Nurdin, "Sistem Pendukung Keputusan Mendiagnosa Penyakit Virus Corona (Covid-19) Menggunakan Metode Dempster-Shafer," *J. Inf. Syst. Applied, Manag. Account. Res.*, vol. 4, no. 4, pp. 207–214, 2020.
- [8] A. R. MZ, I. G. P. S. Wijaya, and F. Bimantoro, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit pada Manusia dengan Metode Dempster Shafer," *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 129–138, 2020, doi: 10.29303/jcosine.v4i2.285.
- [9] A. U. Bani and F. Nugroho, "Sistem Pakar Dalam Diagnosa Penyakit Tuberkulosis Otak Menggunakan Metode Certainty Factor," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 4, pp. 1170–1174, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i4.2507.
- [10] M. Aldjavad, S. Andryana, and A. Andrianingsih, "Penerapan Metode Perbandingan Dempster-Shafer dengan Certainty Factor pada Aplikasi Sistem Pakar Deteksi Dini Penyakit Alzheimer pada Lansia Berbasis Web," *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 5, no. 2, p. 144, 2021, doi: 10.35870/jtik.v5i2.206.
- [11] R. Rachman, "Sistem Pakar Deteksi Penyakit Refraksi Mata Dengan Metode Teorema Bayes Berbasis Web," *J. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 68–76, 2020.
- [12] P. S. Ramadhan, "Sistem Pakar Pendiagnosaan Dermatitis Imun Menggunakan Teorema Bayes," *InfoTekJar J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 3, no. 1, pp. 43–48, 2018.
- [13] S. Murni and F. Riandari, "Penerapan Metode Teorema Bayes Pada Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Lambung," *J. Teknol. Dan Ilmu Komput. Prima*, vol. 1, no. 2, pp. 166–172, 2018.
- [14] C. Muhamasri, "Sistem Pakar Untuk Diagnosa Awal Penyakit Lambung Dempster-Shafer Berbasis Web," *J. SANTI - Sist. Inf. dan Tek. Inf.*, vol. 1, no. 3, pp. 9–13, 2023, doi: 10.58794/santi.v1i3.332.
- [15] D. Aldo, "Sistem Pakar Diagnosis Hama Dan Penyakit Bawang Merah Menggunakan Metode Dempster Shafer," *Komputika J. Sist. Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 85–93, 2020.
- [16] C. Nas, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tiroid Menggunakan Metode Dempster Shafer," *J. Teknol. Dan Open Source*, vol. 2, no. 1, pp. 1–14, 2019.
- [17] 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, 2019, doi: 10.30865/mib.v3i1.1061.
- [18] A. R. Mz, I. G. P. S. Wijaya, and F. Bimantoro, "Sistem pakar diagnosa penyakit kulit pada manusia dengan metode dempster shafer," *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 129–138, 2020.
- [19] J. Coding et al., "Implementasi Metode Dempster Shafer Pada Sistem Pakar Diagnosa Infeksi Penyakit Tropis Berbasis Web," *J. Coding*, vol. 06, no. 03, pp. 97–106, 2018.
- [20] E. Sagala, J. Hutagalung, S. Kusnasari, and Z. Lubis, "Penerapan Sistem Pakar Dalam Mendiagnosis penyakit Tanaman Carica Papaya di UPTD. Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura Menggunakan Metode Dempster Shafer," *J. CyberTech*, vol. 1, no. 1, pp. 95–103, 2021, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jct/index>.
- [21] R. Simalango and A. S. Sinaga, "Diagnosa Penyakit Ikan Hias Air Tawar Dengan Teorema Bayes," vol. 3, pp. 43–50, 2019.
- [22] N. Sulardi and A. Witanti, "Sistem Pakar Untuk Diagnosis Penyakit Anemia Menggunakan Teorema Bayes," *J. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–24, 2020.
- [23] N. A. Sagat and A. S. Purnomo, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Mata Menggunakan Metode Teorema Bayes," *J. Pendidik. dan Teknol. Indones.*, vol. 1, no. 8, pp. 329–337, 2021.