

Implementasi Metode Dempster-Shafer dalam Mendiagnosis Kelainan Neurologis Berdasarkan Perbedaan Onset Nyeri

Rezki Nurul Jariah S. Intam^{#1}, Sasmita^{#2}, Asmaul Husna Nasrullah^{#3} Nur Azizah Eka Budiarti^{#4}, Dewi Fatmasari Suriyanto^{*5}

[#]Program Studi Teknik Komputer, Universitas Negeri Makassar

Jl. Mallengkeri Raya, Parang Tambung, Tamalate, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

¹rezkinuruljariah@gmail.com

²sasmita.raca@gmail.com

³asmaulhusnael@gmail.com

⁴nurazizah.ekabudiarti@gmail.com

^{*}Departemen Neurologi, Universitas Hasanuddin

Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10, Tamalarea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

⁵dewifatmasarii@gmail.com

Abstract— Diseases of the brain, such as stroke, tumors, Alzheimer's, and epilepsy, are severe conditions that require accurate diagnosis as the brain controls many of the body's vital functions. Disorders of the brain can be fatal, so early detection is crucial. However, the diagnosis of neurological diseases is very complex. The number of neurologists in Indonesia is limited, with most experts centered on Java Island. Therefore, this study aims to create an expert system using the Dempster-Shafer method in diagnosing 7 types of neurological diseases based on 24 symptoms and 2 onsets of pain felt. Pain onset is characterized by pain that comes suddenly and slowly. The research stages include problem identification, data collection, method implementation, system design and testing, and result evaluation. System testing results showed 84% accuracy, with 21 out of 25 cases matching the expert's diagnosis. Although there were some discrepancies, the Dempster-Shafer method proved reliable and potential because it produces high enough accuracy to help neurologists in the diagnostic process, especially in Indonesia.

Keywords— neurological disorders, diagnosis, expert systems, Dempster Shafer, pain onset

Abstrak— Penyakit pada otak, seperti stroke, tumor, Alzheimer, dan epilepsi, adalah kondisi serius yang memerlukan diagnosis yang akurat karena otak mengendalikan berbagai fungsi vital tubuh. Gangguan pada otak dapat berdampak fatal sehingga deteksi dini sangat penting. Namun, diagnosis penyakit neurologis sangat kompleks. Di Indonesia jumlah ahli neurologi terbatas dengan sebagian besar ahli berpusat di Pulau Jawa. Oleh karena itu, pada penelitian ini bertujuan membuat sistem pakar menggunakan metode Dempster-Shafer dalam mendiagnosis 7 jenis penyakit neurologis berdasarkan 24 gejala dan 2 onset nyeri yang dirasakan. Onset nyeri ditandai dengan nyeri yang datang tiba-tiba dan perlahan. Tahapan penelitian meliputi identifikasi masalah, pengumpulan data, implementasi metode, perancangan dan pengujian sistem, serta evaluasi hasil. Hasil pengujian sistem menunjukkan akurasi 84% dengan 21 dari 25 kasus sesuai dengan diagnosis pakar. Meskipun terdapat

beberapa ketidaksesuaian, metode Dempster-Shafer terbukti handal dan berpotensi dikarenakan menghasilkan akurasi yang cukup tinggi sehingga mampu membantu ahli neurologi dalam proses diagnostik, terutama di Indonesia.

Kata Kunci— kelainan neurologis, diagnosis, sistem pakar, Dempster Shafer, onset nyeri

I. PENDAHULUAN

Penyakit pada otak merupakan kondisi yang dapat disebabkan oleh gangguan neurologik mendadak atau kerusakan otak, seperti stroke, tumor otak, alzheimer, dan epilepsi [1]. Otak merupakan organ yang sangat vital bagi seluruh aktivitas dan fungsi tubuh karena di dalam otak terdapat berbagai pusat kontrol seperti pengendalian fisik, intelektual, emosional, sosial dan keterampilan [2][3]. Gangguan otak dapat mengakibatkan hal yang fatal bagi seseorang [4]. Penyebab kerusakan otak bisa disebabkan oleh trauma cedera kepala dan non-trauma.

Penyakit neurologis adalah permasalahan kesehatan masyarakat yang membutuhkan strategi penanganan khusus sehingga informasi yang komprehensif mengenai penyebab, perkembangan, dan hasil akhirnya menjadi sangat penting [5]. Oleh karena itu, dibutuhkan deteksi dini atau diagnosis awal agar dapat langsung dilakukan pengobatan sesuai diagnosa yang ditetapkan [6].

Permasalahan yang terjadi dalam bidang neurologis yaitu pendiagnosaan membutuhkan banding yang sangat kompleks [7]. Khususnya di Indonesia, jumlah ahli neurologis terbatas hanya 1.200 orang yang ada saat ini. Dari jumlah tersebut sebagian besar ditempatkan di pulau Jawa, yaitu sebanyak 56 orang ahli [8]. Masalah selanjutnya adalah waktu yang dimiliki oleh para ahli neurologis sangat terbatas untuk melakukan pengecekan kepada pasien [9].

Penyakit otak yang termasuk kelainan neurologis memiliki banyak jenis. Menurut [10] terdapat beberapa penyakit dalam bidang neurologi, antara lain demensia, epilepsi, parkinson, dan stroke. Tidak hanya itu, penyakit lain, seperti meningitis, kanker otak, nyeri kepala, *bell's palsy*, vertigo perifer, vertigo sentral, dan berbagai kelainan otak juga menjadi penyakit neurologi yang banyak terjadi dan diteliti [11].

Sebelumnya telah banyak dilakukan penelitian terkait diagnosis penyakit dengan menggunakan beberapa metode *Dempster-Shafer*. Pada penelitian pertama dilakukan diagnosis terhadap penyakit kulit dengan hasil yang akurasi yang didapatkan, yaitu sebesar 68,8% [12]. Pada penelitian selanjutnya digabungkan dua metode, yaitu *forward chaining* dan *Dempster-Shafer*, guna mendiagnosis penyakit sistem kemih. Akurasi yang didapatkan adalah sebesar 87,5% [13]. Selanjutnya, diagnosis katup hidrolis dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Akurasi yang didapatkan dari hasil diagnosis, yaitu sebesar 98,5% [14]. Penelitian berikutnya adalah mendeteksi eklampsia. Akurasi yang didapatkan yaitu sebesar 8,28% [15]. Selanjutnya, *Dempster-Shafer* digunakan untuk mengidentifikasi gangguan makan *anoreksia nervosa* dan *bulimia*. Hasil yang didapatkan adalah sebesar 98% [16]. Terdapat juga penelitian yang melakukan diagnosis penyakit parkinson yang termasuk ke dalam kelainan neurologis dengan menggunakan algoritme *neural network*. Penelitian tersebut menghasilkan akurasi sebesar 73,08% [17].

Penelitian-penelitian sebelumnya belum secara komprehensif mengeksplorasi penerapan metode *Dempster-Shafer* dalam diagnosis penyakit neurologis. Metode-metode yang digunakan sebelumnya memiliki beberapa kekurangan, seperti akurasi yang masih rendah, ketidakmampuan menangani ketidakpastian pada data medis yang sering kali tidak lengkap atau ambigu, serta kurangnya generalisasi dalam diagnosis penyakit neurologis. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan diagnosis terhadap penyakit neurologi dengan menerapkan metode *Dempster-Shafer* menggunakan 7 jenis penyakit dan 24 gejala yang berkaitan.

Tahapan metode pada penelitian ini meliputi identifikasi masalah, pengumpulan data, implementasi *Dempster-Shafer*, perancangan sistem, pengujian sistem, dan terakhir evaluasi hasil. Metode yang diusulkan diharapkan mampu mendiagnosa secara akurat penyakit neurologis berdasarkan gejala yang dimasukkan. Diharapkan hal ini dapat memberikan kontribusi penting dalam penanganan penyakit neurologis di Indonesia.

II. METODOLOGI

A. Kelainan Neurologis

Kelainan neurologis adalah gangguan atau penyakit yang mempengaruhi sistem saraf, termasuk otak, sumsum tulang belakang, saraf tepi, dan sistem saraf otonom. Kelainan ini dapat mempengaruhi berbagai fungsi tubuh, seperti gerakan, koordinasi, persepsi sensorik, pikiran, emosi, dan fungsi otomatis tubuh seperti pernapasan dan detak jantung [18]. Penyakit tersebut dapat mempengaruhi banyak individu dan menjadi penyebab utama kematian dan kecacatan di seluruh dunia. Sejumlah kelainan neurologis dapat menyebabkan

kerusakan permanen pada jaringan saraf, defisit neurologis seumur hidup, dan menurunkan kualitas hidup [19]. Dalam kelainan neurologis, terdapat fase onset, di mana gangguan neurologis akut dan kritis ditandai dengan munculnya gejala secara tiba-tiba dan perkembangannya yang cepat. Jika tidak didiagnosis dengan tepat dan segera diobati, komplikasi dapat meningkat dan risiko kematian pun menjadi lebih tinggi. Oleh karena itu, penting sekali untuk melakukan diagnosis yang cepat dan akurat serta memberikan pengobatan segera guna meningkatkan hasil pada gangguan neurologis akut.

Fase onset merujuk pada periode awal ketika gejala pertama kali muncul atau timbulnya kelainan atau penyakit. Dalam konteks gangguan neurologis, fase onset adalah waktu di mana gejala neurologis pertama kali terdeteksi atau dirasakan oleh individu yang terkena. Pada gangguan neurologis akut dan kritis, fase onset menjadi penting karena dapat memberikan petunjuk awal tentang tingkat keparahan dan progresivitas kondisi tersebut [19].

B. Sistem Pakar

Sistem pakar, juga dikenal sebagai *expert system*, merupakan kecerdasan buatan dalam ilmu komputer yang memungkinkan komputer untuk berperilaku cerdas seperti manusia [20]. Sistem ini menggunakan pengetahuan dan metode analisis yang telah didefinisikan oleh pakar di bidangnya. Dalam konteks kemajuan teknologi komputer saat ini, sistem pakar membantu masyarakat dengan menyediakan informasi yang cepat dan akurat dalam menangani berbagai masalah [21].

C. Metode Dempster Shafer

Metode *Dempster-Shafer*, juga dikenal sebagai teori bukti *Dempster-Shafer*, adalah sebuah kerangka kerja matematika untuk mengkombinasikan bukti dari berbagai sumber dan menghasilkan tingkat kepercayaan (*belief*) yang lebih baik dari suatu proposisi. Metode ini diperkenalkan oleh Arthur P. Dempster pada tahun 1967 dan kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh Glenn Shafer pada tahun 1976 [22]. Berbeda dengan teori probabilitas yang lebih tradisional, *Dempster-Shafer* (DS) menghadirkan pendekatan yang lebih umum dan dapat menangani tingkat ketidakpastian yang kompleks, terutama saat data berasal dari sumber-sumber yang beragam. Dalam praktiknya, DS sering digunakan untuk menggambarkan dan mengelola ketidakpastian yang terdapat dalam berbagai jenis informasi [23].

Secara umum, teori *Dempster-Shafer* memanfaatkan interval untuk mewakili tingkat kepercayaan (*belief*) dan ketidakpastian (*plausibility*). *Belief* menilai kekuatan bukti untuk sekelompok proposisi, dengan nilai berkisar antara 0 dan 1; sementara *plausibility* mengukur tingkat ketidakpercayaan terhadap bukti, juga memiliki rentang nilai yang sama. Konsep *frame of discernment* (θ) merujuk pada himpunan semua hipotesis yang mungkin, sedangkan fungsi massa (m) menilai kepercayaan terhadap bukti atau gejala. Untuk menggabungkan bukti dari berbagai sumber, aturan kombinasi *Dempster* digunakan, mempertimbangkan irisan massa dan kontribusi masing-masing bukti. Berikut adalah persamaan untuk menghitung nilai *belief* (persamaan 1),

plausibility (persamaan 2), dan aturan kombinasi (persamaan 3) [24].

$$Bel(X) = \sum Y \subseteq X m(Y) \quad (1)$$

$Bel(X)$ merupakan tingkat kepercayaan terhadap proposisi X yang dihitung sebagai jumlah massa dari semua subset Y dari X , seperti yang diwakili oleh $m(Y)m(Y)$.

$$Pls(X) = 1 - Bel(X) = 1 - \sum Y \subseteq X m(Y) \quad (2)$$

$Bel(X)$ adalah *belief* (X), $Pls(X)$ adalah *plausibility*(X), dan $m(Y)$ adalah *mass function* dari (Y).

$$m_3(Z) = \frac{\sum X \cap Y = Z m_1(X).m_2(Y)}{1 - K} \quad (3)$$

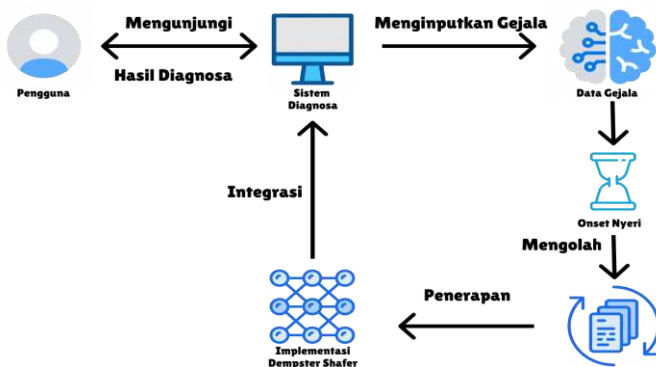
$m_3(Z)$ adalah fungsi massa dari bukti Z , $m_1(X)$ adalah fungsi massa dari bukti X , dan $m_2(Y)$ adalah fungsi massa dari bukti Y dan merupakan hasil penjumlahan dari irisan antara $m_1(X)$ dan $m_2(Z)$, serta K adalah hasil perkalian dari fungsi massa yang mengalami konflik antara bukti ketika tidak ada irisan yang terjadi.

D. Skema Sistem

Pada Gambar 1 dijelaskan alur sistem yang dibuat. Sistem diawali dengan pengguna mengunjungi sistem diagnosa, kemudian pengguna memasukkan gejala yang dirasakan. Setelah gejala dimasukkan, terdapat pemilihan onset nyeri, gejala yang dirasakan, datang tiba-tiba atau perlahan. Setelah itu, data yang masuk diolah menggunakan algoritme *Dempster-Shafer*. Hasil yang diperoleh akan ditampilkan pada sistem.

E. Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan proses yang berurutan. Tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 2 dimulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data, implementasi algoritme *Dempster-Shafer*, perancangan sistem, pengujian sistem, evaluasi hasil, dan terakhir kesimpulan.



Gambar 1 Skema sistem

1) Identifikasi Masalah

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi masalah yang akan diteliti. Adapun masalah yang diteliti adalah proses diagnosa gejala-gejala penyakit yang termasuk ke dalam penyakit neurologis. Masalah lainnya adalah waktu yang dimiliki oleh para ahli neurologis terbatas untuk melakukan pengecekan pasien. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem yang dapat mendiagnosis secara dini gejala-gejala yang dirasakan oleh pasien.

2) Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan dan analisis data terkait penyakit neurologi beserta gejalanya. Langkah ini menjadi bagian integral dalam memahami dan merinci informasi yang relevan untuk diagnosis dan penanganan penyakit tersebut. Data tersebut diperoleh dari dokter yang memiliki keahlian dengan penyakit neurologi. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah dengan melakukan wawancara langsung dengan dokter ahli neurologi. Melalui wawancara tersebut, diperoleh informasi mengenai tujuh jenis penyakit neurologis dengan beberapa gejalanya serta onsetnya. Detail lebih lanjut tercantum pada Tabel 1 [25].

3) Implementasi Metode Dempster-Shafer

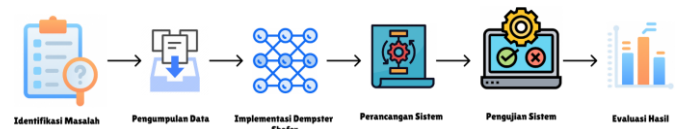
Pada tahap ini dilakukan implementasi algoritme *Dempster-Shafer* untuk mendiagnosis penyakit atau kelainan neurologis. Algoritme *Dempster-Shafer* digunakan untuk mendiagnosis penyakit atau kelainan neurologis berdasarkan gejala yang dirasakan oleh pasien. Adapun *pseudocode* algoritme *Dempster-Shafer* pada Tabel II.

4) Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem untuk mendiagnosis penyakit neurologis dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Sistem ini dirancang untuk memudahkan proses diagnosis secara cepat dan akurat dengan menggabungkan bukti-bukti yang ada. Melalui pendekatan ini, sistem dapat memberikan estimasi kepercayaan terhadap berbagai diagnosis yang mungkin sehingga mempercepat dan meningkatkan kualitas pengambilan keputusan medis terkait penyakit neurologis.

5) Pengujian Sistem

Tahap ini adalah tahap pengujian yang dilakukan setelah sistem berhasil dibuat untuk memastikan keakuratan dan keandalan sistem. Proses pengujian melibatkan pemberian data masukan, seperti gejala yang dialami pengguna serta waktu kemunculan gejala, terjadi tiba-tiba atau perlahan-lahan.



Gambar 2 Tahapan penelitian

TABEL I
PENYAKIT NEUROLOGIS DAN GEJALANYA

No.	Penyakit	Gejala	Rentang Waktu Gejala Yang Dirasakan (Onset)
1.	Stroke	Lemah separuh badan Gangguan gerak Cadel Nyeri kepala Leher kaku Gangguan Keseimbangan Sulit tersenyum	Tiba-tiba
2.	Tumor otak	Lemah separuh badan Nyeri kepala Kejang-kejang Kehilangan fungsi berbahasa Sulit tersenyum Pusing Mual muntah	Perlahan
3.	Epilepsi	Kejang-kejang Penurunan kesadaran Tatapan kosong	Perlahan
4.	Demensia	Lupa Halusinasi Bingung Sering marah Sulit berkonsentrasi Kehilangan fungsi berbahasa	Perlahan
5.	Parkinson	Gangguan gerak Otot kaku Gemetar	Perlahan
6.	Bell's Palsy	Wajah miring sebelah Mata berair Nyeri kepala Sulit tersenyum	Tiba-tiba
7.	Meningitis	Demam Nyeri kepala Mual muntah Kejang-kejang Adanya cairan di telinga leher kaku Penurunan kesadaran	Perlahan

TABEL II
PSEUDOCODE ALGORITME DEMPSTER-SHAFER

```
// Definiskan struktur data untuk menyimpan kepercayaan
(belief) dan keraguan (uncertainty)
struktur DS_Belief_Structure:
    himpunan kepercayaan (belief) // Mencakup keyakinan
    dari setiap hipotesis
    himpunan ketidakpastian (uncertainty) // Mencakup
    ketidakpastian total

// Fungsi untuk menggabungkan dua struktur kepercayaan
menggunakan aturan Dempster
fungsi gabungkan_kepercayaan(belief1, belief2):
    buat hasil_struktur dari DS_Belief_Structure
    untuk setiap hipotesis di belief1:
        untuk setiap hipotesis di belief2:
```

hitung kombinasi kepercayaan dari hipotesis belief1 dan belief2

simpan hasil kombinasi ke dalam hasil_struktur
normalisasi hasil_struktur // Menormalkan hasil gabungan
kembalikan hasil_struktur

// Fungsi untuk menghitung probabilitas posterior dari hipotesis tertentu

fungsi hitung_probabilitas_posterior(hipotesis, belief_struktur):

hitung kepercayaan total dari hipotesis

hitung ketidakpastian total

kembalikan perbandingan antara kepercayaan dan (kepercayaan + ketidakpastian)

// Fungsi utama yang menggunakan teori Dempster-Shafer untuk membuat keputusan

fungsi dempster_shafer(teori, hipotesis_set):

buat belief_struktur dari DS_Belief_Structure

inisialisasi belief_struktur dengan teori

untuk setiap hipotesis dalam hipotesis_set:

hitung_probabilitas_posterior(hipotesis, belief_struktur)

// Lakukan tindakan berdasarkan probabilitas posterior

// Kembalikan hasil pengambilan keputusan

6) Evaluasi Hasil

Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah tahap evaluasi hasil diagnosa yang dihasilkan oleh sistem. Evaluasi ini dilakukan dengan menggunakan perhitungan akurasi yang merupakan metrik penting dalam mengukur kinerja model yang telah dibangun. Akurasi memperlihatkan proporsi dari jumlah prediksi benar terhadap total prediksi yang dihasilkan oleh model yang dihitung dengan rumus [26]:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah Prediksi Benar}}{\text{Total Data}} \times 100\% \quad (4)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Basis Pengetahuan

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini setelah data telah terkumpul dan siap untuk digunakan, yaitu membuat struktur basis pengetahuan. Adapun struktur basis pengetahuannya sebagai berikut:

1) Basis Pengetahuan Penyakit

Tabel III menunjukkan tujuh jenis penyakit yang termasuk ke dalam penyakit neurologis yang akan dimasukkan ke dalam sistem pakar yang dibuat. Ketujuh jenis penyakit tersebut dipilih karena memiliki gejala yang kompleks dan tumpang tindih sehingga sangat memerlukan pendekatan yang akurat dalam pendiagnosisan. Langkah selanjutnya adalah menentukan pengetahuan gejala-gejala yang sering dialami oleh pasien neurologis.

2) Basis Pengetahuan Gejala

Tabel IV berisi pengetahuan dengan jumlah 24 gejala yang biasanya diderita oleh seseorang yang mempunyai riwayat

penyakit neurologis. Langkah selanjutnya menentukan basis pengetahuan mengenai rentang waktu gejala yang dirasakan (onset).

3) Basis Pengetahuan Rentang Waktu Gejala Yang Dirasakan (Onset)

Tabel V berisi pengetahuan mengenai rentang waktu gejala yang dirasakan (onset). Terdapat dua rentang waktu, yaitu tiba-tiba dan perlahan. Di dalam beberapa penyakit neurologis biasanya terdapat gejala yang hampir sama, namun yang membedakan adalah onsetnya, ada gejala yang dirasakan secara tiba-tiba dan ada yang perlahan. Dalam penelitian ini onset digunakan untuk membedakan penyakit yang terjadi tiba-tiba dan perlahan-lahan dengan cara mengalikan bobot awal setiap gejala yang dipilih dengan 3 jika onset tiba-tiba dan dikali 2 jika onset perlahan-lahan. Nilai tersebut digunakan untuk membedakan antara onset tiba-tiba dan perlahan-lahan. Hasil dari perkalian tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai kepercayaan dari masing-masing gejala.

B. Pembuatan Rules Berdasarkan Penyakit

Setelah membuat struktur basis pengetahuan, langkah selanjutnya adalah pembuatan aturan dari penyakit dengan masing-masing gejalanya. *Rules* yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel VI.

Tabel VI berisikan aturan yang terdiri atas gejala-gejala yang sering dirasakan dari ketujuh penyakit yang dimasukkan pada penelitian ini. Aturan tersebut disusun berdasarkan pendapat pakar dari seorang dokter ahli neurologis mengenai gejala-gejala yang sering dirasakan oleh pasien di beberapa penyakit yang tersebut.

C. Pemberian Nilai Kepercayaan

Setelah pembuatan aturan disusun, langkah selanjutnya adalah memberikan nilai *belief* pada masing-masing gejala. Adapun nilai *belief* pada masing-masing gejala dapat dilihat pada Tabel VII.

Tabel VII menunjukkan perhitungan nilai kepercayaan di setiap gejala. Kolom kuning menunjukkan gejala yang terdapat pada lebih dari satu penyakit. Oleh karena itu, bobot awal dari gejala-gejala ini perlu disesuaikan dengan onset yang dipilih. Jika onset yang dipilih adalah "Tiba-tiba", maka bobot awal dikalikan dengan faktor 3. Sebaliknya, jika onset yang dipilih adalah "Perlahan", maka bobot awal dikalikan dengan faktor 2. Misalnya, untuk gejala G1 yang memiliki bobot awal 0,30, bobot akhirnya akan menjadi 0,90 jika onsetnya tiba-tiba ($0,30 \times 3$) dan menjadi 0,60 jika onsetnya perlahan ($0,30 \times 2$).

Untuk kolom yang tidak berwarna menunjukkan gejala yang hanya terdapat pada satu penyakit. Bobot awalnya tetap sama dengan nilai kepercayaan tanpa dikalikan dengan faktor apapun. Sebagai contoh, gejala G3 memiliki bobot awal 0,90 sehingga bobot akhirnya tetap 0,90 tanpa memperhatikan onset karena gejala ini hanya muncul pada satu penyakit. Hal tersebut dilakukan untuk membedakan antara gejala yang ada pada penyakit tiba-tiba dengan perlahan.

D. Perhitungan Manual Dempster-Shafer

Contoh kasus dengan gejala nyeri kepala, lemah separuh badan, dan cadel yang dirasakan secara tiba-tiba.

- Gejala 1: nyeri kepala. Gejala nyeri kepala berada pada penyakit *stroke* (P1), tumor otak (P2), *bell's palsy* (P6), dan meningitis (P7), dan nilai *belief* 0,90 (lihat Tabel VII), maka $M1\{P1, P2, P6, P7\} = 0,90$ sehingga nilai plausibility:

$$\Theta = 1 - \text{nilai belief} = 1 - 0,90 = 0,1$$

TABEL III
BASIS PENGETAHUAN PENYAKIT

Kode Penyakit	Nama Penyakit Neurologis	Penjelasan
P1	Stroke	Stroke adalah kondisi medis serius yang terjadi ketika suplai darah ke sebagian otak terganggu atau berkurang, sehingga jaringan otak kekurangan oksigen dan nutrisi [27].
P2	Tumor Otak	Tumor otak adalah pertumbuhan sel-sel abnormal di dalam atau di sekitar otak. Tumor ini dapat bersifat jinak (non-kanker) atau ganas (kanker) [28].
P3	Epilepsi	Epilepsi adalah gangguan sistem saraf pusat dimana aktivitas otak menjadi abnormal, menyebabkan kejang atau periode perilaku tidak biasa, sensasi, dan kadang kehilangan kesadaran [29].
P4	Demensia	Demensia adalah istilah umum untuk penurunan kemampuan kognitif yang cukup parah untuk mengganggu aktivitas sehari-hari. Gejala umum termasuk kehilangan ingatan dan kebingungan [30].
P5	Parkinson	Parkinson adalah penyakit neurodegeneratif yang mempengaruhi gerakan. Gejala utamanya meliputi tremor, kekakuan otot, dan kesulitan berjalan dan berbicara [17].
P6	Bell's Palsy	Bell's Palsy adalah kondisi yang menyebabkan kelemahan sementara atau kelumpuhan otot-otot wajah. Ini biasanya terjadi di satu sisi wajah [31].
P7	Meningitis	Meningitis adalah peradangan pada membran pelindung yang menutupi otak dan sumsum tulang belakang, yang disebut meninges. Penyebabnya bisa berupa infeksi virus, bakteri, atau mikroorganisme lainnya [32].
P1	Stroke	Stroke adalah kondisi medis serius yang terjadi ketika suplai darah ke sebagian otak terganggu atau berkurang sehingga jaringan otak kekurangan oksigen dan nutrisi [27].

- Gejala 2: lemah separuh badan. Gejala lemah separuh badan berada pada penyakit *stroke* (P1), tumor otak (P2), dan nilai *belief* 0,90 (lihat Tabel VII), maka: $M2\{P1, P2\} = 0,90$ sehingga nilai *plausibility*:

$$\Theta = 1 - 0,90 = 0,1$$

Dengan adanya dua gejala, yaitu nyeri kepala dan lemah separuh badan, diperlukan penghitungan densitas baru untuk beberapa kombinasi (M3). Untuk memudahkan perhitungan, himpunan-himpunan bagian yang terbentuk dimasukkan ke dalam tabel. Kolom pertama diisi dengan gejala pertama (M1), sedangkan baris pertama diisi dengan gejala kedua (M2). Nilai M3 diperoleh sebagai hasil kombinasi dari M1 dan M2. Perhitungan kombinasi untuk M3 dapat dilihat pada Tabel VIII. Dengan demikian, dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$M3\{P1, P2\} = \frac{0,81 + 0,09}{1 - 0,01} = 0,9$$

$$M3\{P1, P2, P6, P7\} = \frac{0,09}{1 - 0,01} = 0,09$$

$$M3\{\theta\} = \frac{0,01}{1 - 0,01} = 0,01$$

Dari hasil perhitungan nilai kombinasi densitas M3 di atas, dapat dilihat bahwa $\{P1, P2\}$ memiliki nilai 0,9, sedangkan $\{P1, P2, P6, P7\}$ memiliki nilai 0,09.

TABEL IV
BASIS PENGETAHUAN GEJALA

Kode Gejala	Nama Gejala
G1	Lemah separuh badan
G2	Gangguan gerak
G3	Cadel
G4	Nyeri kepala
G5	Pusing
G6	Leher kaku
G7	Gangguan keseimbangan
G8	Sulit tersenyum
G9	Kejang-kejang
G10	Kehilangan fungsi berbahasa
G11	Mual muntah
G12	Lupa
G13	Halusinasi
G14	Bingung
G15	Sering marah
G16	Sulit berkonsentrasi
G17	Otot kaku
G18	Gemetar
G19	Penurunan kesadaran
G20	Tatapan kosong
G21	Wajah miring sebelah
G22	Mata berair
G23	Adanya cairan di telinga
G24	Demam

TABEL V
RENTANG WAKTU GEJALA YANG DIRASAKAN (ONSET)

Kode Onset	Keterangan
01	Tiba-tiba
02	Perlahan

Terdapat gejala lain, yaitu cadel, maka harus dilakukan perhitungan untuk densitas baru M5. Gejala cadel hanya ada pada penyakit *stroke* (P1), maka $M4\{P1\} = 0,9$ sehingga

$$\Theta = 1 - 0,9 = 0,1$$

$$M5\{P1\} = \frac{0,81 + 0,81 + 0,009}{1 - 0,001} = 0,9$$

TABEL VI
ATURAN DI SETIAP PENYAKIT

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Aturan
P1	<i>Stroke</i>	G1,G2,G3,G4,G6,G7,G8
P2	Tumor Otak	G1,G4,G5,G8,G9,G10,G11
P3	Epilepsi	G9,G19,G20
P4	Demensia	G12,G13,G14,G15,G16,G10
P5	<i>Parkinson</i>	G2,G17,G18
P6	<i>Bell's Palsy</i>	G21,G22,G4,G5,G8
P7	Meningitis	G24,G11,G9,G23,G6,G19

TABEL VII
NILAI KEPERCAYAAN TERHADAP GEJALA

Gejala	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	Bobot Awal	NK (Tiba-tiba)	NK (Perlahan)
G1	✓	✓						0,30	0,90	0,60
G2	✓				✓			0,30	0,90	0,60
G3	✓							0,90	0,90	0,90
G4	✓	✓				✓	✓	0,30	0,90	0,60
G5		✓						0,50	0,50	0,50
G6	✓						✓	0,30	0,90	0,60
G7	✓	✓				✓		0,30	0,90	0,60
G8		✓	✓			✓	✓	0,30	0,90	0,60
G9		✓				✓		0,30	0,90	0,60
G10		✓		✓				0,30	0,90	0,60
G11		✓					✓	0,30	0,90	0,60
G12				✓				0,80	0,80	0,80
G13				✓				0,80	0,80	0,80
G14				✓				0,50	0,50	0,50
G15				✓				0,40	0,40	0,40
G16				✓				0,50	0,50	0,50
G17				✓				0,80	0,80	0,80
G18					✓			0,60	0,60	0,60
G19			✓				✓	0,30	0,90	0,60
G20						✓		0,50	0,50	0,50
G21						✓		0,90	0,90	0,90
G22							✓	0,70	0,70	0,70
G23							✓	0,70	0,70	0,70
G24							✓	0,70	0,70	0,70

TABEL VIII
ATURAN KOMBINASI UNTUK M3

M1	M2	
	$\{P1, P2\} = 0,9$	$\{\Theta\} = 0,1$
$\{P1, P2, P6, P7\} = 0,9$	$\{P1, P2\} = 0,81$	$\{P1, P2, P6, P7\} = 0,09$
$\{\Theta\} = 0,1$	$\{P1, P2\} = 0,09$	$\{\Theta\} = 0,01$

TABEL IX
ATURAN KOMBINASI UNTUK M5

M1	M4	
	$\{P1\} = 0,9$	$\{\Theta\} = 0,1$
$\{P1, P2\} = 0,9$	$\{P1\} = 0,81$	$\{P1, P2\} = 0,09$
$\{P1, P2, P6, P7\} = 0,09$	$\{P1\} = 0,081$	$\{P1, P2, P6, P7\} = 0,009$
$\{\Theta\} = 0,01$	$\{P1\} = 0,009$	$\{\Theta\} = 0,001$

$$M5 \{P1, P2\} = \frac{0.09}{1 - 0.01} = 0.09$$

$$M5 \{P1, P2, P6, P7\} = \frac{0.009}{1 - 0.001} = 0.009$$

$$M3 \{\emptyset\} = \frac{0.001}{1 - 0.001} = 0.001$$

Dari hasil perhitungan nilai densitas M5 kombinasi di atas, dapat dilihat nilai densitas tertinggi adalah 0,9 yang berada pada P1. Jadi, dapat disimpulkan bahwa ketiga gejala yang dimasukkan termasuk penyakit *stroke* dengan nilai probabilitas 0,9. Hal ini disebabkan oleh adanya gejala *cadel* yang hanya ditemukan pada penyakit *stroke* dan onset yang dipilih juga bersifat tiba-tiba. Faktor-faktor tersebut memberikan indikasi kuat bahwa pasien lebih mungkin menderita *stroke* dibandingkan tumor otak, *bell's palsy*, maupun meningitis.

E. Tampilan Interface

Tampilan dari sistem pakar berbasis *web* yang dirancang untuk mendiagnosis kelainan neurologis dapat dilihat pada Gambar 3 hingga Gambar 6. Sistem ini dibuat untuk membantu dokter dan tenaga medis mengidentifikasi berbagai jenis kelainan neurologis dengan lebih cepat dan akurat. Dengan antarmuka yang intuitif, pengguna dapat dengan mudah memasukkan gejala pasien kemudian sistem akan menganalisis data tersebut untuk memberikan diagnosa yang mungkin sehingga mempercepat proses pengambilan keputusan medis.

Gambar 3 menunjukkan halaman utama dari sistem pakar berbasis *web* yang dirancang untuk mendiagnosis kelainan neurologis. Pada halaman tersebut, terdapat dua menu utama yang dapat dipilih oleh pengguna. Menu pertama adalah menu "Diagnosa Penyakit". Menu ini memungkinkan pengguna untuk memasukkan gejala yang dialami oleh pasien dan akan mendapatkan diagnosis awal. Menu kedua, adalah menu "Daftar Penyakit". Menu ini memungkinkan pengguna untuk mengakses daftar lengkap penyakit neurologis yang terdaftar dalam sistem.

Gambar 4 menunjukkan halaman konsultasi pada sistem pakar berbasis *web* yang menampilkan gejala-gejala yang terkait dengan berbagai penyakit neurologis. Pada halaman ini pengguna diminta untuk memilih gejala-gejala yang mereka rasakan dari daftar yang disediakan. Pemilihan gejala pada halaman ini dirancang untuk membantu pengguna mengiden-

tifikasi dan memilih gejala-gejala yang mereka alami dengan mudah. Tombol lanjut berfungsi untuk mengarahkan ke modal pemilihan onset nyeri (lihat Gambar 5).

Setelah pengguna memilih gejala yang dialami, langkah berikutnya adalah meminta pengguna untuk menentukan bagaimana onset nyeri yang dirasakan (lihat Gambar 6). Pengguna perlu memilih nyeri yang muncul secara tiba-tiba atau berkembang secara perlahan. Setelah semua data telah dimasukkan, kemudian hasil diagnosisnya akan muncul di halaman hasil diagnosis. Pada halaman ini ditampilkan gejala yang dipilih dan hasil diagnosis.

F. Evaluasi Hasil Diagnosis

Pada Tabel X ditunjukkan hasil pengujian diagnosis sistem dengan mencocokkan hasil diagnosis yang diberikan oleh pakar pakar. Dari data uji sebanyak 25 pasien, hasil diagnosis

Gambar 4 Halaman konsultasi

Gambar 5 Modal pemilihan onset nyeri

Gambar 3 Halaman utama

Gambar 6 Halaman hasil diagnosis

yang diberikan oleh pakar, salah seorangnya adalah dokter ahli dalam bidang neurologi, terdapat 21 kasus di mana hasil diagnosis sistem sesuai dengan hasil diagnosis pakar dan terdapat 4 kasus hasil diagnosa tidak sesuai. Ketidaksesuaian ini disebabkan oleh adanya gejala yang sama pada lebih dari satu penyakit dengan bobot gejala yang tinggi. Misalnya, pada data pasien nomor 8, gejala yang dirasakan adalah lemah separuh badan, nyeri kepala, dan demam. Diagnosis sistem menunjukkan penyakit meningitis, sedangkan diagnosis pakar menunjukkan tumor otak. Hal ini terjadi karena gejala demam memiliki nilai kepercayaan tinggi pada penyakit meningitis dibandingkan dua gejala lainnya sehingga hasil diagnosis sistem adalah meningitis.

Perhitungan akurasi dari pengujian adalah sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{21}{25} \times 100\% = 84\% \quad (5)$$

Dari perhitungan akurasi, dapat disimpulkan bahwa metode *Dempster-Shafer* berdasarkan 25 data yang telah diuji, memiliki tingkat keberhasilan sebesar 84%. Ini menunjukkan bahwa metode ini mampu memberikan diagnosis yang sesuai dengan diagnosis pakar pada sebagian besar kasus, yaitu 21 dari 25 kasus. Meskipun terdapat 4 kasus dengan hasil diagnosis sistem yang tidak sesuai dengan diagnosis pakar, tingkat keberhasilan 85% tetap menunjukkan potensi metode *Dempster-Shafer* sebagai alat diagnostik yang andal dalam kebanyakan situasi.

TABEL X
HASIL PENGUJIAN SISTEM

No.	Gejala Yang Dirasakan	Onset Yang Dirasakan	Hasil Diagnosa Pakar	Hasil Diagnosa Sistem
1	• Lemah separuh badan (sebelah kanan)	Tiba-tiba	Stroke	Stroke
2	• Bicara cadel • Lemah separuh badan (sebelah kanan)	Tiba-tiba	Stroke	Stroke
3	• Bicara cadel • Nyeri kepala • Lemah separuh badan (sebelah kanan)	Tiba-tiba	Stroke	Stroke
4	• Kehilangan fungsi berbicara • Nyeri kepala • Lemah separuh badan (sebelah kanan)	Tiba-tiba	Stroke	Stroke
5	• Bicara cadel • Nyeri kepala • Lemah separuh badan (sebelah kanan)	Tiba-tiba	Stroke	Stroke
6	• Bicara cadel • Lemah separuh badan • Gangguan gerak • Bicara cadel • Gangguan keseimbangan	Tiba-tiba	Stroke	Stroke

No.	Gejala Yang Dirasakan	Onset Yang Dirasakan	Hasil Diagnosa Pakar	Hasil Diagnosa Sistem
7	• Nyeri kepala • Nyeri kepala • Lemah separuh badan	Perlahan	Tumor otak	Tumor otak
8	• Lemah separuh badan (sebelah kiri) • Nyeri kepala • Demam	Perlahan	Tumor otak	Meningitis
9	• Nyeri kepala • Mual muntah • Lemah separuh badan • Pusing • Kehilangan fungsi berbahasa	Perlahan	Tumor otak	Tumor otak
10	• Lupa • Kehilangan Fungsi Berbahasa	Perlahan	Demensia	Demensia
11	• Lupa	Perlahan	Demensia	Demensia
12	• Bingung • Kehilangan fungsi berbahasa	Perlahan	Demensia	Demensia
13	• Lupa • Gemetar • Nyeri Kepala • Mual	Perlahan	Parkinson	Tumor otak
14	• Gemetar • Otot Kaku • Gangguan gerak	Perlahan	Parkinson	Parkinson
15	• Gemetar • Otot Kaku	Perlahan	Parkinson	Parkinson
16	• Penurunan kesadaran	Perlahan	Epilepsi	Meningitis
17	• Nyeri kepala • Kejang • Bingung	Perlahan	Epilepsi	Tumor otak
18	• Kejang • Tatapan kosong	Perlahan	Epilepsi	Epilepsi
19	• Penurunan kesadaran • Demam • Nyeri kepala • Mual	Perlahan	Meningitis	Meningitis
20	• Penurunan kesadaran • Nyeri kepala • Demam • Leher kaku	Perlahan	Meningitis	Meningitis
21	• Nyeri kepala • Penurunan kesadaran • Demam • Adanya cairan di telinga	Perlahan	Meningitis	Meningitis
22	• Wajah miring sebelah • Nyeri kepala	Tiba-tiba	<i>Bell's palsy</i>	<i>Bell's palsy</i>
23	• Gemetar • Pusing	Tiba-tiba	<i>Bell's palsy</i>	<i>Bell's palsy</i>
24	• Wajah Miring sebelah	Tiba-tiba	<i>Bell's palsy</i>	<i>Bell's palsy</i>
25	• Sulit tersenyum • Pusing • Mata berair	Tiba-tiba	<i>Bell's palsy</i>	<i>Bell's palsy</i>

IV. SIMPULAN

Sistem yang dibuat menerapkan metode *Dempster-Shafer* dengan menggunakan 7 jenis penyakit neurologis dan 24 gejala yang terkait. Hasil pengujian sistem diagnosis menunjukkan bahwa dari 25 pasien yang diuji terdapat 21 kasus dengan hasil diagnosis sistem yang sesuai dengan hasil diagnosis pakar, sementara 4 kasus lainnya tidak sesuai. Ketidaksesuaian ini disebabkan oleh adanya gejala yang sama pada lebih dari satu penyakit dengan bobot gejala yang tinggi. Contohnya, pada pasien dengan gejala lemah separuh badan, nyeri kepala, dan demam, sistem mendiagnosis meningitis, sedangkan pakar mendiagnosis tumor otak karena gejala demam memiliki nilai kepercayaan tinggi pada penyakit meningitis.

Dari pengujian yang dilakukan diperoleh akurasi sebesar 84%. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Dempster-Shafer* memiliki tingkat keberhasilan yang cukup tinggi dalam mendiagnosis kelainan neurologis. Meskipun terdapat beberapa ketidaksesuaian, tingkat keberhasilan ini menunjukkan bahwa metode *Dempster-Shafer* merupakan alat diagnostik yang andal dalam kebanyakan situasi. Oleh karena itu, metode ini dapat memberikan kontribusi penting dari segi penanganan diagnosis gejala penyakit neurologis di Indonesia, terutama dalam tingkat akurasi diagnosis yang cukup tinggi yang dihasilkan, akan sangat dapat membantu ahli neurologi dalam proses diagnostik.

DAFTAR REFERENSI

- [1] M. Nagase, M. Takaya, K. Uzawa, K. Aoki, dan K. Hino, "Caring for patients with intractable neurological diseases," *SAGE Open*, vol. 4, no. 3, hlm. 215824401454769, Jul. 2014, DOI: <https://doi.org/10.1177/2158244014547695>.
- [2] Syaiful Anam dan Bahrul Rosi, "Hipnoterapi sebagai relaksasi otak," *DAWA*, vol. 1, no. 2, Feb. 2022, DOI: <https://doi.org/10.36420/dawa.v1i2.108>.
- [3] G. P. H. Rumani, T. F. Pasiak, dan S. J. R. Kalangi, "Mekanisme kinerja otak yang mengatur fungsi spiritual pada pasien penyakit jantung di RSUP Prof. DR. R. D. Kandou Manado dengan menggunakan applied neuroscience for spiritual health assessment," 2019.
- [4] H. Ginanjar, *Perbandingan Hemodinamik pada Pasien Kraniotomi Trauma dan Tumor Terhadap Penggunaan Dexmedetomidine di Instalasi Kamar Operasi RSPAD Gatot Soebroto*, Politeknik Kesehatan Yogyakarta, Yogyakarta, 2022.
- [5] L. A. Lembangan, I. K. Gunadi, dan A. Setiawan, "Sistem pakar diagnosis penyakit saraf menggunakan metode *forward chaining* dan *certainty factor*," *Jurnal Infra*, vol. 9, no. 2, 2021, DOI: <https://doi.org/10.22303/it.9.2.2021.164-175>.
- [6] S. Rao dan M. Wilder, "(71) Applicants: Satish Rao, Boulder, CO (US); Matthew Wilder, Boulder, CO (US)".
- [7] M. Josefiok dan J. Sauer, "Towards an expert system for the field of neurology based on fuzzy logic," dalam *KI 2015: Advances in Artificial Intelligence*, Nov. 2015, hlm. 333–340. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-24489-1_31.
- [8] N. Venketasubramanian, F. L. Yudianto, dan D. Tugasworo, "Stroke burden and stroke services in Indonesia," *Cerebrovasc Dis Extra*, vol. 12, no. 1, hlm. 53–57, Mar. 2022, DOI: <https://doi.org/10.1159/000524161>.
- [9] V. Siahaan dan R. H. Sianipar, *Konsep dan Implementasi Pemrograman Python*. North Sumatra: Balige Publishing, 2019.
- [10] World Health Organization, *Neurological Disorders: Public Health challenges*, hlm. 218, 2006.
- [11] V. L. Feigin *et al.*, "Global, regional, and national burden of neurological disorders during 1990–2015: a systematic analysis for the global burden of disease study 2015," *The Lancet Neurology*, vol. 16, no. 11, hlm. 877–897, Nov. 2017, DOI: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(17\)30299-5](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(17)30299-5).
- [12] M. L. C. Buono, N. Pandiangan, dan S. H. D. Loppies, "The implementation of an expert system in diagnosing skin diseases using the Dempster-Shafer method," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1569, no. 2, hlm. 022028, Jul. 2020, DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/2/022028>.
- [13] J. D. Fitriana, B. Prasetyo, dan R. Arifudin, "Expert system diagnosis of urinary system diseases using forward chaining and Dempster Shafer," *SJI*, vol. 7, no. 1, hlm. 143–152, Jun. 2020, DOI: <https://doi.org/10.15294/sji.v7i1.22400>.
- [14] X. Ji, Y. Ren, H. Tang, C. Shi, dan J. Xiang, "An intelligent fault diagnosis approach based on Dempster-Shafer theory for hydraulic valves," *Measurement*, vol. 165, hlm. 108129, Des. 2020, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108129>.
- [15] E. Purwanti, N. W. Achmadi, Ernawati, dan M. A. Bustomi, "Expert system using Dempster-Shafer method for pre-eclampsia detection," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1805, no. 1, hlm. 012030, Mar. 2021, DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1805/1/012030>.
- [16] D. R. Dwiki Putri, L. Sipahutar, M. Reza Fahlevi, R. Utami, F. Pranita Nasution, dan E. Syahrin, "Identification of anorexia nervosa and bulimia nervosa eating disorders using the Dempster Shafer method," dalam *2020 8th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, Okt. 2020, hlm. 1–5. DOI: <https://doi.org/10.1109/CITSM50537.2020.9268817>.
- [17] Y. Ramdhani, A. Mubarak, S. Hidayatulloh, dan W. Wiguna, "Attribute optimization: genetic algorithms and neural network for voice analysis classification of parkinson's disease," dalam *Proceedings of the 1st International Conference on Recent Innovations (ICRI 2018)*, 2018, hlm. 3074–3079. DOI: <https://doi.org/10.5220/0009947030743079>.
- [18] J. Wang, M. Ren, H. Wang, Z. Bai, dan K. Zeng, "Analysis of urgent inpatient neurologic consultations in a large tertiary hospital center: follow-up on the effect of standardized training of residents," *Brain and Behavior*, vol. 13, no. 5, hlm. 1–6, 2023, DOI: <https://doi.org/10.1002/brb3.2983>.
- [19] D. D. Namestnikova *et al.*, "Combined cell therapy in the treatment of neurological disorders," *Biomedicine*, vol. 8, no. 12, hlm. 613, 2020, DOI: <https://doi.org/10.3390/biomedicine8120613>.
- [20] D. Arisandi dan I. P. Sari, *Sistem Pakar dengan Fuzzy Expert System*. Gracias Logis Kreatif, 2021.
- [21] T. F. Ramadhani, I. Fitri, dan E. T. E. Handayani, "Sistem pakar diagnosa penyakit ISPA berbasis *web* dengan metode *forward chaining*," *Jointecs*, vol. 5, no. 2, hlm. 81, Mei 2020, DOI: <https://doi.org/10.31328/jointecs.v5i2.1243>.
- [22] C. Zhu, B. Qin, F. Xiao, Z. Cao, dan H. M. Pandey, "A fuzzy preference-based Dempster-Shafer evidence theory for decision fusion," *Information Sciences*, vol. 570, hlm. 306–322, Sep. 2021, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2021.04.059>.
- [23] I. Ullah, J. Youn, dan Y.-H. Han, "Multisensor data fusion based on modified belief entropy in Dempster-Shafer theory for smart environment," *IEEE Access*, vol. 9, hlm. 37813–37822, 2021, DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3063242>.
- [24] R. Ardiansyah, F. Fauziah, dan A. Ningsih, "Sistem pakar untuk diagnosis awal penyakit lambung menggunakan metode *Dempster-Shafer* berbasis *web*," *tekno*, vol. 24, no. 3, hlm. 182–196, 2019, DOI: <https://doi.org/10.35760/tr.2019.v24i3.2395>.
- [25] H. Erik, *Neurologi*, Ed. ke-8. Penerbit Erlangga, 1976.
- [26] S. Alim, P. P. Lestari, R. Rusliyawati, "Sistem pakar diagnosis penyakit tanaman kakao menggunakan metode *certainty factor* pada kelompok tani PT Olam Indonesia (Cocoa) cabang Lampung," *Jurnal Data Mining dan Sistem Informasi (JDMSI)*, vol. 1, no. 4, 2020, DOI: <https://doi.org/10.33365/jdmsi.v1i1.798>.
- [27] D. Rahmadani, A. A. Muzafar, A. Hamid, dan R. Annisa, "Comparative analysis of C4.5 and CART algorithms for classification of stroke," dalam *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (Sentimas)*, 2022, hlm. 198–206.
- [28] N. Puspitasari, K. Nugroho, dan K. Hadiono, "Usability deteksi tumor otak menggunakan metode DNN (*Deep Neural Network*) berbasis citra medis pada Dicom," *Journal of Computer Engineering, System, and Science*, vol. 8, no. 2, hlm. 619–632, 2023, DOI: <https://doi.org/10.24114/cess.v8i2.48727>.

- [29] N. S. Fathimatuazzahra, F. I. D. Ashanti, dan R. T. Yundzira, "Epilepsi dalam sudut pandang kesehatan dan Islam," *Religion: Jurnal Agama, Sosial, dan Budaya*, vol. 2, no. 4, 2023, DOI: <https://doi.org/10.55606/religion.v1i4.406>
- [30] I. K. A. Priastana, D. P. H. Kusumaningtiyas, dan N. L. K. Dewi, "Pendidikan kesehatan tentang demensia pada lansia di Banjar Tengah, Kecamatan Negara, Kabupaten Jembrana," *Journal of Community Engagement in Health*, vol. 3, no. 2, Sep. 2020, DOI: <https://doi.org/10.30994/jceh.v3i2.110>
- [31] A. H. K. Mustafa dan A. M. Suleiman, "Bell's palsy: a prospective Study," no. 1, Des. 2019, DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/2160256>.
- [32] B. Azzahry dan D. Leman, "Metode Naïve Bayes dan teorema Bayes untuk mendiagnosis penyakit meningitis (studi kasus: RSU Sinar Husni)," *Jurnal Rekayasa Sistem (Jureksi)*, vol. 1, no. 2, 2023.

Rezki Nurul Jariah, kelahiran Makassar tahun 2003. Mahasiswi semester 6 yang sedang menempuh pendidikan sarjana di Universitas Negeri Makassar, Program Studi Teknik Komputer. Minat penelitian pada bidang pemrosesan bahasa alami.

Sasmita, kelahiran Makassar tahun 2002. Mahasiswi semester 6 yang sedang menempuh pendidikan sarjana di Universitas Negeri Makassar, Program Studi Teknik Komputer. Minat penelitian pada bidang *data science* dan *data analysis*.

Nur Azizah Eka Budiarti telah melewati beberapa jenjang pendidikan seperti Sarjana (S1) Jurusan Teknik Informatika di UIN Alauddin Makassar (2018), Magister Jurusan Ilmu Komputer di Institut Pertanian Bogor (2022). Sekarang ini bekerja sebagai dosen di Prodi Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar. Minat penelitian meliputi *artificial intelligence*, *expert system*, dan *computer vision*.

Asmaul Husna Nasrullah telah melewati beberapa jenjang pendidikan, seperti Sarjana Komputer (S1) di STIMED Nusa Palapa (2009), Magister Komputer di Universitas Dian Nuswantoro (2013). Sekarang ini bekerja sebagai dosen di Prodi Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar. Minat penelitian meliputi *data mining* dan *machine learning*.

Dewi Fatmasari Surianto adalah seorang dokter yang saat ini sedang melanjutkan pendidikan sebagai dokter spesialis neurologi. Ia meraih gelar Sarjana Kedokteran (S1) dari Universitas Hasanuddin pada tahun 2015. Dengan pengalaman kerja yang dimulai di Klinik Mapala Medical Center, saat ini berstatus sebagai Pegawai Negeri Sipil (PNS) di salah satu rumah sakit terkemuka di Kabupaten Polewali, Provinsi Sulawesi Barat. Selain mendalami pendidikan spesialis, ia juga aktif dalam riset di bidang neurologi, dengan fokus pada pengembangan ilmu dan inovasi untuk mendukung penanganan penyakit saraf.