

Penerapan Metode Teorema Bayes Dalam Mendiagnosa Penyakit Autoimun

Abdul Karim¹, Shinta Esabella^{2,*}, Kusmanto³, Sudi Suryadi³, Elvitrianim Purba⁴

¹Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia

²Prodi Teknik Informatika, Universitas Teknologi Sumbawa, Sumbawa, Indonesia,

³Fakultas Teknik, Prodi Teknik Informatika, Universitas Alwashliyah Labuhanbatu, Rantauprapat, Indonesia

⁴Prodi Manajemen Informatika, STMIK MULIA DARMA, Rantauprapat, Indonesia

Email: ¹abdkarim6@gmail.com, ^{2,*}shinta.esabella@uts.ac.id, ³kusnabara03@gmail.com, ⁴sudisuryadi28@gmail.com,

⁵elvitrianim40@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: shinta.esabella@uts.ac.id

Submitted: 14/06/2023; Accepted: 27/06/2023; Published: 29/06/2023

Abstrak—Penyakit autoimun disebabkan oleh kegagalan sistem kekebalan tubuh yang menyerang tubuh sendiri. Menurut data dari Departemen Kesehatan dan Layanan Kemanusiaan AS, lebih dari 23,5 juta orang Amerika mengalami penyakit autoimun, yang sulit didiagnosis karena berbagai gejala yang muncul. Oleh karena itu, pengembangan mekanisme untuk mengidentifikasi gangguan autoimun sangat penting. Salah satu teknologi yang berkembang di bidang ini adalah penggunaan sistem pakar dalam mendiagnosis penyakit. Sistem pakar adalah sistem yang dikembangkan oleh para ahli dengan menggunakan teknologi berbasis ilmu pengetahuan. Untuk menggunakannya secara efektif, diperlukan metode yang tepat, seperti pendekatan Teorema Bayes, yang dijelaskan oleh Thomas Bayes, seorang pendeta. Pendekatan Teorema Bayes menjelaskan hubungan antara kemungkinan terjadinya peristiwa A dan peristiwa B berdasarkan informasi yang tersedia. Penelitian ini mencoba untuk memfasilitasi diagnosis penyakit autoimun dengan menggunakan sistem pakar dan teknik Teorema Bayes. Dengan tingkat kepercayaan 0,57 atau 57%, hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa pasien menderita penyakit autoimun tipe Hemolytic Anemia (HA) berdasarkan masukan yang dirasakan pasien.

Kata Kunci: Sistem Pakar; Teorema Bayes; Penyakit Autoimun

Abstract—Autoimmune diseases are caused by the failure of the immune system to attack the body itself. According to data from the US Department of Health and Human Services, more than 23.5 million Americans have an autoimmune disease, which is difficult to diagnose because of the variety of symptoms it presents. Therefore, the development of mechanisms to identify autoimmune disorders is essential. One of the developing technologies in this field is the use of expert systems in diagnosing diseases. An expert system is a system developed by experts using science-based technology. In order to use it effectively, proper methods are needed, such as the Bayes Theorem approach, described by Thomas Bayes, a priest. The Bayes Theorem approach explains the relationship between the probability of event A and event B based on available information. This study attempts to facilitate the diagnosis of autoimmune diseases by using an expert system and Bayes' Theorem technique. With a confidence level of 0.57 or 57%, the examination results show that the patient suffers from an autoimmune disease of the type Hemolytic Anemia (HA) based on the patient's input.

Keywords: Expert Systems; Bayes Theorem; Autoimmune Diseases

1. PENDAHULUAN

Tidak seperti HIV/AIDS, penyakit autoimun tidak menular. Namun demikian, jumlah orang dengan gangguan autoimun terus bertambah. Gangguan sistem kekebalan seperti penyakit autoimun menyebabkan sel kekebalan tubuh menyerang jaringan sehat. Sistem kekebalan tubuh diserang oleh penyakit autoimun, yang biasanya menyerang wanita[1]. Karena sistem pertahanan tubuh yang stabil gagal pada gangguan autoimun, sistem kekebalan menganggap tubuh yang sehat sebagai benda asing yang perlu dibunuh[2]. Karena organ sel dalam tubuh seseorang yang masih sehat bisa saja rusak akibat penyakit autoimun ini, sehingga dapat menyebabkan luka pada organ tubuh manusia. *Hepatitis autoimun, penyakit celiac, sindrom antibodi atau antifosfolipid (APS), anemia hemolitik, sindrom Guillain-Barre (GBS), ideopathic thrombocytopenic purpura (ITP), lupus eritematosus sistemik, multiple sclerosis, psoriasis, dan diabetes tipe 1* adalah beberapa contoh dari penyakit autoimun yang paling sering ditemukan.

Munculnya gangguan autoimun mengakibatkan sejumlah penyakit, banyak di antaranya memiliki gejala sulit dipahami yang dapat menyerang siapa saja, namun lebih sering terjadi pada wanita. Gejala penyakit autoimun dapat menyerang tubuh kapan saja dan berdampak pada sistem kekebalan tubuh. Biasanya, wanita meremehkan gejala mereka dan percaya bahwa mereka normal, tetapi ketika mereka menemukan bahwa mereka telah mencapai tahap kritis, mereka berinisiatif untuk mengunjungi dokter dan menunda pengobatan[3]. Agar penyakit yang menyerang seseorang tidak parah dan dapat dicegah terlebih dahulu, sebaiknya tubuh bertindak cepat saat merasa tidak sehat dan konsultasikan atau hubungi dokter. Sebuah sistem untuk menentukan apakah seseorang memiliki penyakit autoimun atau tidak dikembangkan untuk mempermudah menghindari dan mengidentifikasi penyakit autoimun dari beberapa gejala yang dialami seseorang.

Penyakit autoimun hanya dapat disembuhkan sementara atau disembuhkan, sehingga penderitanya harus menjalani pengobatan seumur hidup. Kerusakan jaringan dan organ yang akut, serta berbagai komplikasi penyakit tergantung dari jenis penyakit autoimun yang dialami, sangat mungkin terjadi jika autoimun tidak segera ditangani secara efektif[4]. Menurut data Indonesia Autoimmune Campaign (IAC) yang diluncurkan Kementerian Perlindungan Perempuan dan Perlindungan Anak Republik Indonesia (KPPPA RI) bekerja sama dengan Marisza Cardoba



Foundation (MCF), 40 juta orang di Indonesia adalah terkena penyakit autoimun pada tahun 2014, dengan 100 penyakit berbeda mempengaruhi mereka. Dari jumlah tersebut, 75% adalah wanita dan anak-anak, dan penyakit autoimun juga menjadi penyebab 59,5% dari seluruh kematian di Indonesia[2][3].

Sistem pakar adalah program berbasis pengetahuan yang menawarkan tantangan dalam solusi kaliber pakar sektor tertentu. Tujuan dasar pembuatan sistem pakar adalah untuk mentransfer pengetahuan dan keahlian seorang pakar ke sistem komputer. Sistem pakar adalah perangkat lunak komputer yang menggunakan model penalaran manusia untuk memecahkan masalah dan mengambil keputusan yang sama seperti yang dilakukan orang saat menangani masalah.[5][6].

Tanpa pasien harus mengungkapkan masalah secara langsung kepada dokter, informasi yang dihasilkan dari diagnosis gejala pasien dapat digunakan untuk mengidentifikasi apakah pasien memilikinya atau tidak. Pendekatan Teorema Bayes, yaitu metode yang digunakan untuk menghitung kemungkinan suatu hipotesis, digunakan dalam penelitian ini oleh penulis. Seorang fisikawan bernama Bayes mengembangkan teorema Bayes dalam upaya membuktikan keberadaan Tuhan dengan memeriksa bukti keberadaannya di alam. Keberadaan Tuhan di dunia dicari oleh Bayes, yang kemudian memodifikasinya dengan nilai probabilitas yang akan dibandingkan dengan nilai probabilitas tersebut. Fondasi statistik Bayesian, yang memiliki aplikasi dalam ekonomi mikro, sains, teori permainan, hukum, dan kedokteran, juga disediakan oleh teorema ini[7][8].

Penelitian ini memperoleh dukungan dari studi sebelumnya yang dilakukan oleh Puji Sari pada tahun 2018 dalam jurnal berjudul "Sistem Pakar Mendiagnosis Dermatitis Imun Menggunakan Teorema Bayes". Studi tersebut menemukan bahwa kemungkinan besar pasien anak-anak mengalami Dermatitis Eksim tipe Immune Dermatitis dengan probabilitas penyakit sebesar 0,51 atau 51% [9]. Studi yang diterbitkan pada tahun 2022 oleh Naftali dan Arita, yang berjudul "Mendiagnosis Anemia Menggunakan Sistem Pakar dan Teorema Bayes," membuktikan bahwa pendekatan Teorema Bayes efektif dalam mendiagnosis anemia dengan hasil validasi pakar dan sistem mencapai 90% [10]. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Roindah dan Anita pada tahun 2018, berjudul "Diagnostik Penyakit Ikan Hias Air Tawar Menggunakan Teorema Bayes", dapat diketahui bahwa jenis penyakit ikan yang disebabkan oleh bakteri *Aeromonas sp.* dan *Pseudomonas sp.* memiliki persentase hasil tertinggi sebesar 86%, yang dihitung dengan menggunakan teorema Bayes berdasarkan gejala yang muncul [11].

Pada tahun 2021, Saiful dan tim melakukan penelitian yang dipublikasikan di jurnal *Expert System* untuk mendiagnosis kerusakan pada ponsel Oppo. Mereka menggunakan Teorema Bayes dalam penelitian untuk membuat sebuah perangkat lunak yang mampu menilai kerusakan pada ponsel OPPO F5/F7/F9. Setelah diuji, hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa aplikasi tersebut praktis dan dapat digunakan [12]. Tahun 2021, Tugiono dan rekan-rekannya melakukan penelitian yang berjudul "Sistem Pakar Mendiagnosis Karies Gigi Menggunakan Teorema Bayes". Hasil penelitian disimpulkan bahwa metode teorema Bayes berhasil dalam mendeteksi Karies Gigi. Dari perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan metode tersebut, didapat informasi bahwa pasien terdiagnosis menderita Karies Gigi Media (P02) dengan tingkat kepercayaan sebesar 0,71 atau 7 [13].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah program komputer yang dibuat untuk mensimulasikan kapasitas seorang pakar untuk menyelesaikan masalah yang menantang dalam subjek tertentu. Sistem pakar sering mendapatkan keahlian dan pengalaman mereka dari pakar materi pelajaran manusia yang sebenarnya. Sistem pakar memeriksa data dan informasi yang ditawarkan menggunakan teknik kecerdasan buatan termasuk logika, inferensi, pemrosesan bahasa alami, dan pembelajaran mesin, dan kemudian menawarkan saran atau balasan berdasarkan pemahaman mereka [5][14].

Dalam teknologi informasi, sistem pakar adalah sebuah program komputer yang meniru kemampuan seorang pakar dalam memecahkan masalah yang kompleks. Berbeda dengan simulasi yang hanya mengumpulkan data nyata dalam domain tertentu, sistem pakar memiliki kemampuan emulasi yang lebih kuat. Sistem pakar dapat diterapkan dalam berbagai disiplin ilmu seperti kedokteran, hukum, keuangan, dan manufaktur. Misalnya, sistem pakar medis dapat membantu dokter mendiagnosa penyakit dengan melihat gejala, riwayat medis pasien, dan hasil tes laboratorium. Sistem manufaktur ahli dapat membantu menemukan dan menyelesaikan masalah dengan mesin produksi [15].

2.2 Penyakit Autoimun

Karena antibodi yang terlalu aktif, kelainan yang dikenal sebagai autoimmunitas mempengaruhi tubuh kita sendiri. Banyak gejala yang ada. Wanita lebih mungkin dibandingkan pria untuk menderita penyakit autoimun. Penyakit autoimun disebabkan oleh masalah psikologis, dan sebaliknya, stres disebabkan oleh gangguan autoimun. Ketika setidaknya ada tiga penyakit autoimun yang berbeda pada satu pasien, kondisi ini dikenal sebagai penyakit autoimun multipel. Pasien masih mengalami penyakit autoimun, tetapi dapat dikelola. Secara teori, setiap kondisi autoimun harus dikendalikan untuk meningkatkan kualitas hidup [1][2].

Profesional kesehatan di seluruh dunia mulai memperhatikan penyakit autoimun. 80 penyakit autoimun yang berbeda mempengaruhi 10 juta orang di Amerika Serikat, menurut penelitian. Selain itu, wanita merupakan sekitar 75% dari pasien penyakit autoimun. Pasien laki-laki mencapai 54,3% dari semua pasien, menurut statistik dari SIRS



Daring Ditjen Pelayanan Kesehatan 2017, sementara pasien perempuan mencapai 45,7%. Temuan ini menunjukkan bahwa gangguan autoimun sekarang dapat menyerang wanita berusia antara 15 dan 50 tahun yang subur[16].

Perawatan jelas diperlukan untuk menyingkirkan penyakit autoimun ketika mempengaruhi tubuh. Secara alami, meski dengan gangguan autoimun, tingkat keparahan penyakit dan partisipasi organ tubuh menentukan lama dan jenis terapinya. Cara obat mempengaruhi seseorang mungkin berbeda dari orang ke orang. Namun penting untuk diingat bahwa penyakit autoimun adalah penyakit kronis, sehingga meskipun sudah mengalami remisi atau kondisi imunologi sudah stabil, masih bisa "kambuh"[17].

Pengobatan untuk penyakit autoimun bertujuan untuk menyingkirkan sel-sel kekebalan yang tidak berfungsi dengan baik sambil mempertahankan sel-sel yang berfungsi dengan baik. Sebagian besar obat autoimun secara umum terus melemahkan sistem kekebalan tubuh. Untuk mengembangkan terapi yang lebih khusus untuk sel-sel kekebalan yang berperilaku tidak semestinya, penelitian masih terus berkembang. Beberapa jenis penyakit autoimun yang paling umum adalah yang tercantum di bawah ini:

- a. *Hemolytic Anemia*
Hemolytic Anemia adalah suatu kondisi dimana sistem kekebalan tubuh menyerang sel darah merah, sehingga menyebabkan terjadinya anemia.
- b. *Lupus Eritematosus Sistemik*
Suatu keadaan dimana sistem kekebalan tubuh menyerang organ-organ tubuh seperti kulit, sendi, ginjal, dan otak disebut sebagai Lupus Eritematosus Sistemik.
- c. *Diabetes Tipe 1*
Suatu keadaan yang disebut Diabetes Tipe 1 terjadi ketika sistem kekebalan tubuh menyerang sel-sel beta dalam pankreas, yang mengakibatkan produksi insulin yang tidak mencukupi dan menimbulkan peningkatan kadar gula darah.

2.3 Metode Teorema Bayes

Thomas Bayes, seorang pendeta, menemukan pendekatan Teorema Bayes. Pendeta Presbiterian adalah seorang imigran dari Inggris. Pada tahun 1763, Pendeta Thomas Bayes menciptakan Teorema Bayes, yang kemudian diperbaiki dan direvisi oleh seorang spesialis bernama Laplace. Menurut para profesional ini, tujuan utama dari metodologi yang diuji ini adalah untuk menentukan probabilitas suatu peristiwa. Teorema ini mencari nilai probabilitas dengan mempertimbangkan dampak mendasar yang dimiliki lingkungan dan sampel terhadap situasi tersebut. Untuk menentukan parameter baru, teorema Bayes disebarluaskan berdasarkan pengetahuan sebelumnya[18][19].

Teo Teorema Bayes adalah semacam pendekatan yang digunakan dalam sistem pakar yang telah diterapkan secara luas untuk memecahkan masalah terkait probabilitas, termasuk penggunaannya dalam diagnosis penyakit. Teorema Bayes adalah teknik yang menggunakan prinsip probabilitistik atau nilai probabilitistik untuk menghasilkan keputusan dan informasi yang akurat berdasarkan penyebab sebenarnya[20]. Persamaan menggunakan Teorema Bayes adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

P(H|E) : Probabilitas hipotesa H jika diketahui evidence E

P(E|H) : Probabilitas munculnya evidence E jika diketahui hipotesa H

P(H) : Probabilitas hipotesa H

P(E) : Probabilitas evidence E

n : Jumlah hipotesa yang terjadi

Berikut adalah algoritma penerapan metode Teorema Bayes:

- a. Dengan menggunakan data sampel yang sudah terkumpul, terlebih dahulu hitung nilai probabilitas setiap bukti untuk setiap hipotesis dengan menggunakan rumus Probabilitas Bayes, yang ditulis sebagai berikut:

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) * P(H)}{P(E)} \tag{2}$$

- b. Dengan menggunakan data sampel, rumus berikut digunakan untuk menghitung nilai probabilitas dari setiap bukti untuk setiap hipotesis:

$$\sum_{k=1}^n P(E|H_k) = G1 + \dots + Gn \tag{3}$$

- c. Rumus untuk menghitung nilai probabilitas dari setiap hipotesis, terlepas dari data pendukung, adalah sebagai berikut:

$$P(H_i|H_k) = \frac{P(E|H_i)}{\sum_{k=1}^n P(E|H_k)} \tag{4}$$

- d. Menentukan nilai probabilitas hipotesis Rumus berikut digunakan untuk memeriksa bukti dengan mengalikan nilai probabilitas bukti awal dengan nilai probabilitas hipotesis yang tidak memiliki bukti dan menjumlahkan perkalian untuk setiap hipotesis:

$$\sum_{k=1}^n P(H_i) * P\left(\frac{E}{H_i}\right) = P(H_i) * P(E|H_i) + \dots + P(H_i) * P(E|H_i) \tag{5}$$

e. rumus untuk menghitung $P(H_i|E)$, atau kemungkinan bahwa H_i benar dengan bukti E , adalah sebagai berikut:

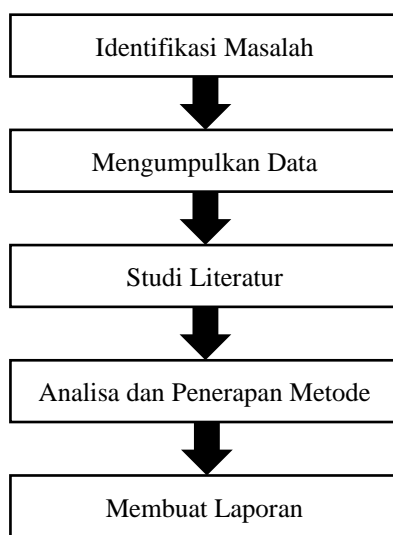
$$P(H_i|E_i) = \frac{P(E|H_i)*P(H_i)}{P(E|H_k)} \tag{6}$$

f. Dalam Teorema Bayes, nilai kesimpulan dapat dihitung dengan mengalikan nilai probabilitas bukti awal ($P(E|H_i)$) dengan probabilitas bahwa H_i benar jika diberikan bukti E ($P(H_i|E)$). Hasil perkalian tersebut kemudian dapat dijumlahkan untuk memperoleh nilai kesimpulan yang diinginkan.

$$\sum_{k=1}^n bayes = P(E|H_i) * P(H_i|E_i) + \dots + P(E|H_i) * P(H_i|E_i) \tag{7}$$

2.4 Tahapan Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian ini tercantum di bawah ini. Banyak tahapan penelitian yang dapat dijelaskan. Gambar 1 menggambarkan langkah-langkah yang dilakukan selama proses pembelajaran.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

- a. **Identifikasi Masalah**
Pada saat ini, dibutuhkan sebuah studi untuk mengangkat isu tersebut agar dapat dibahas dan membantu menyelesaikan situasi tersebut.
- b. **Mengumpulkan Data**
Sangat krusial bagi keberhasilan penelitian ini untuk mengumpulkan beragam data yang akan digunakan untuk memprediksi kemungkinan pasien mengalami penyakit.
- c. **Studi Literatur**
Fokus dari tahap ini adalah memperkenalkan peneliti pada sistem pakar, teknik Teorema Bayes, dan sumber daya penelitian yang dibutuhkan secara lebih terperinci.
- d. **Analisa dan Penerapan Metode**
Mengaplikasikan teknik yang telah digunakan selama fase penelitian untuk melakukan analisis masalah dan pengolahan data. Dalam penelitian ini, digunakan teknik Teorema Bayes.
- e. **Membuat Laporan**
Setelah melakukan penelitian, penulis menyusun laporan penelitian guna mengevaluasi konsistensi hasil penelitian dengan hipotesis yang telah diajukan dan memastikan bahwa kesimpulan dapat diperoleh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fase yang paling krusial adalah analisis masalah. Membuat diagnosis adalah apa yang dilakukan dalam penyelidikan ini. Langkah pertama dalam merawat pasien adalah menegakkan diagnosis. Langkah ini dilakukan untuk memperjelas gejala pasien sehingga dapat disesuaikan dengan keahlian profesional. sehingga penyakit individu yang menunjukkan tanda-tanda penyakit autoimun dapat diperiksa melalui penelitian ini.

Dalam penelitian ini, informasi tentang berbagai penyakit dan tanda serta gejalanya dikumpulkan. Tabel 1 di bawah ini mencantumkan berbagai penyakit yang dapat diperoleh:

Tabel 1. Data Penyakit Autoimun

Kode Penyakit	Nama Penyakit
HA	<i>Hemolytic Anemia</i>
LES	<i>Lupus Eritematosus Sistemik</i>
D1	<i>Diabetes Tipe 1</i>

Tabel 2 merupakan gejala dan jenis-jenis penyakit Autoimun.

Tabel 2. Data Jenis Penyakit dan Gejala

Kode Penyakit	Gejala	Kode Gejala
HA	Kulit dan mata menguning (<i>jaundice</i>)	G1
	Kelelahan terus menerus	G2
	Demam	G3
	Urine berwarna gelap	G4
	Sakit kepala	G5
	Detak jantung yang cepat atau tidak teratur	G6
LSE	Ruam pada kulit	G7
	Kelelahan terus menerus	G2
	Nyeri dada	G8
	Sariawan yang hilang timbul	G9
	Sakit kepala	G5
	Tekanan darah tinggi (<i>hipertensi</i>)	G10
	Pembesaran kelenjar getah bening	G11
D1	Kerontokan rambut	G12
	Poliuria—sering buang air kecil, terutama pada malam hari	G13
	Polidipsia, atau rasa haus yang berlebihan	G14
	Sering lapar, banyak mengonsumsi makanan (<i>polyphagia</i>), tetapi berat badan turun	G15
	Cedera tubuh yang sulit disembuhkan	G16
	Penglihatan yang terdistorsi	G17
	Kelelahan terus menerus	G2

Data diagnostik akan ditangani dengan menggunakan pendekatan Teorema Bayes selama prosedur yang dikenal sebagai "analisis nilai gejala". Informasi ini akan digunakan untuk menentukan nilai gejala sebagai nilai awal untuk mendapatkan nilai kesimpulan Bayes. Tabel 2 merupakan tabel riwayat pasien gangguan autoimun yang pernah dilihat.

Tabel 3. Data Riwayat Penyakit Pasien

Nama Pasien	Kode Penyakit	Gejala																
		G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	G 8	G 9	G 10	G 11	G 12	G 13	G 14	G 15	G 16	G 17
Siti	HA	*	*		*								*					
Cahya	HA	*		*		*		*										
Fajar	HA	*	*		*		*		*									
Vira	HA	*		*	*		*				*							
Setiawan	HA		*	*		*		*		*								
Aini	LSE	*	*		*			*		*			*					
Rendi	LSE		*					*		*			*					
Darwin	LSE					*		*	*				*					
Amel	LSE		*					*	*									*
Rizky	LSE		*			*		*		*		*						
Aulia	D1	*	*			*								*				*
Rika	D1												*	*			*	*
Selly	D1											*		*			*	*
Mutia	D1		*										*	*				
Yuda	D1		*							*				*	*	*	*	*

Tanda bintang (*) pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pasien sebelumnya telah mengalami gejala yang ditunjukkan.

3.1 Penerapan Metode Teorema Bayes

Langkah yang digunakan untuk menentukan tindakan yang dilakukan pada sistem yang akan dibuat adalah algoritma. Metode berbasis Teorema Bayes dibuat dengan konsultasi untuk mengidentifikasi jenis penyakit menggunakan data pasien dari masa lalu.

Tabel 4. Hasil Konsultasi Gejala Yang Dialami

Kode Gejala	Pertanyaan Berdasarkan Gejala	Jawaban Pasien
G1	Kulit dan mata menguning (<i>jaundice</i>)	Tidak
G2	Kelelahan terus menerus	Ya
G3	Demam	Ya
G4	Urine berwarna gelap	Ya
G5	Sakit kepala	Ya
G6	Detak jantung yang cepat atau tidak teratur	Tidak
G7	Ruam pada kulit	Tidak
G8	Nyeri dada	Tidak
G9	Sariawan yang hilang timbul	Ya
G10	Tekanan darah tinggi (<i>hipertensi</i>)	Tidak
G11	Pembesaran kelenjar getah bening	Tidak
G12	Kerontokan rambut	Ya
G13	Poliuria—sering buang air kecil, terutama pada malam hari	Tidak
G14	Polidipsia, atau rasa haus yang berlebihan	Tidak
G15	Sering lapar, banyak mengkonsumsi makanan (<i>polyphagia</i>), tetapi berat badan turun	Ya
G16	Cedera tubuh yang sulit disembuhkan	Tidak
G17	Penglihatan yang terdistorsi	Tidak

Perhitungan dilakukan untuk setiap gejala dengan menggunakan Teorema Bayes setelah mendapat jawaban dari pertanyaan konsultasi. Berikut adalah algoritma penerapan metode Teorema Bayes:

a. Tetapkan nilai probabilitas

Nilai probabilitas dihitung dengan cara membagi jumlah total gejala dengan keseluruhan penyakit, atau untuk lebih jelasnya lihat persamaan 2.

1. HA = *Hemolytic Anemia*

Dari tabel 3 untuk penyakit *Hemolytic Anemia* yaitu ada 5 data, maka:

$$G1 = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$G2 = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$G3 = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$G4 = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$G5 = \frac{2}{5} = 0,4$$

$$G6 = \frac{2}{5} = 0,4$$

2. LSE = *Lupus Eritematosus Sistemik*

Dari tabel 3 untuk penyakit *Lupus Eritematosus Sistemik* yaitu ada 5 data, maka:

$$G2 = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$G5 = \frac{2}{5} = 0,4$$

$$G7 = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$G8 = \frac{3}{5} = 0,6$$



$$G9 = \frac{1}{5} = 0,2$$

$$G10 = \frac{1}{5} = 0,2$$

$$G11 = \frac{1}{5} = 0,2$$

$$G12 = \frac{2}{5} = 0,6$$

3. D1 = *Diabetes Tipe 1*

Dari tabel 3 untuk penyakit *Diabetes Tipe 1* yaitu ada 5 data, maka:

$$G2 = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$G13 = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$G14 = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$G15 = \frac{1}{5} = 0,2$$

$$G16 = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$G17 = \frac{3}{5} = 0,6$$

Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan tiap gejala berdasarkan jenis penyakit dari perhitungan di atas.

Tabel 5. Gejala Autoimun dan Nilai Gejala

Kode Penyakit	Kode Gejala	Nilai Gejala
HA	G1	0,8
	G2	0,6
	G3	0,6
	G4	0,6
	G5	0,4
	G6	0,4
LSE	G2	0,8
	G5	0,4
	G7	0,8
	G8	0,6
	G9	0,2
	G10	0,2
	G11	0,2
D1	G12	0,6
	G2	0,6
	G13	0,6
	G14	0,8
	G15	0,2
	G16	0,6
	G17	0,6

Dari tabel 5 dihasilkan informasi berupa data bahwa kode penyakit HA atau *Hemolytic Anemia* memiliki nilai gejala paling besar adalah 0,8 dan terkecil adalah 0,4. Untuk kode penyakit LSE atau *Lupus Eritematosus Sistemik* memiliki nilai gejala terbesar adalah 0,8 dan yang terkecil adalah 0,2. Untuk kode penyakit D1 atau *Diabetes Tipe 1* memiliki nilai gejala terbesar adalah 0,8 dan nilai gejala terkecil adalah 0,6.

- b. Berdasarkan data sampel, jumlahkan nilai probabilitas dari setiap bukti untuk setiap hipotesis. Rumus dapat ditemukan dalam persamaan 3 dan digunakan untuk menjumlahkan nilai probabilitas setelah ditentukan.

1. HA = *Hemolytic Anemia*



$$G2 = P(E|H1) = 0,6$$

$$G3 = P(E|H1) = 0,6$$

$$G4 = P(E|H1) = 0,6$$

$$G5 = P(E|H1) = 0,4$$

$$\sum_{k=1}^n P(E|H_k) = 0,6 + 0,6 + 0,6 + 0,4 = 2,2$$

2. LSE = *Lupus Eritematosus Sistemik*

$$G2 = P(E|H2) = 0,6$$

$$G5 = P(E|H2) = 0,4$$

$$G9 = P(E|H2) = 0,2$$

$$G12 = P(E|H2) = 0,6$$

$$\sum_{k=1}^n P(E|H_k) = 0,6 + 0,4 + 0,2 + 0,6 = 1,8$$

3. D1 = *Diabetes Tipe 1*

$$G2 = P(E|H3) = 0,6$$

$$G15 = P(E|H3) = 0,2$$

$$\sum_{k=1}^n P(E|H_k) = 0,6 + 0,2 = 0,8$$

- c. Persamaan 4 dikembangkan untuk menentukan nilai probabilitas hipotesis H terlepas dari setiap bukti untuk setiap hipotesis.

1. HA = *Hemolytic Anemia*

$$G2 = P(H1) = \frac{0,6}{2,2} = 0,2727$$

$$G3 = P(H1) = \frac{0,6}{2,2} = 0,2727$$

$$G4 = P(H1) = \frac{0,6}{2,2} = 0,2727$$

$$G5 = P(H1) = \frac{0,4}{2,2} = 0,1818$$

2. LSE = *Lupus Eritematosus Sistemik*

$$G2 = P(H2) = \frac{0,6}{1,8} = 0,3333$$

$$G5 = P(H2) = \frac{0,4}{1,8} = 0,2222$$

$$G9 = P(H2) = \frac{0,2}{1,8} = 0,1111$$

$$G12 = P(H2) = \frac{0,6}{1,8} = 0,3333$$

3. D1 = *Diabetes Tipe 1*

$$G2 = P(H3) = \frac{0,6}{0,8} = 0,75$$

$$G15 = P(H3) = \frac{0,2}{0,8} = 0,25$$

- d. Mencari nilai probabilitas hipotesis dengan bukti pendukung dengan cara membandingkan nilai kemungkinan bukti di awal dengan nilai-nilai probabilitas hipotesis tanpa menambahkan bukti pendukung dan dengan memperbanyak peningkatan untuk setiap hipotesis yang dibahas dalam pembahasan 5.

1. HA = *Hemolytic Anemia*

$$\sum_{k=4}^4 = (0,6 * 0,2727) + (0,6 * 0,2727) + (0,6 * 0,2727) + (0,4 * 0,1818) = 0,5636$$

2. LSE = *Lupus Eritematosus Sistemik*

$$\sum_{k=4}^4 = (0,6 * 0,3333) + (0,4 * 0,2222) + (0,2 * 0,1111) + (0,6 * 0,3333) = 0,5111$$

3. D1 = *Diabetes Tipe 1*

$$\sum_{k=2}^2 = (0,6 * 0,75) + (0,2 * 0,25) = 0,5$$

- e. Menghitung nilai $P(H_i|E)$, yang merupakan kemungkinan bahwa H_i benar dengan adanya bukti E , rumus dapat dilihat pada persamaan 6.

1. HA = *Hemolytic Anemia*

$$P(H1|E2) = \frac{0,6 * 0,2727}{0,5636} = 0,2903$$

$$P(H1|E3) = \frac{0,6 * 0,2727}{0,5636} = 0,2903$$

$$P(H1|E4) = \frac{0,6 * 0,2727}{0,5636} = 0,2903$$

$$P(H1|E5) = \frac{0,4 * 0,1818}{0,5636} = 0,129$$

2. LSE = *Lupus Eritematosus Sistemik*

$$P(H2|E2) = \frac{0,6 * 0,3333}{0,5111} = 0,3913$$

$$P(H2|E5) = \frac{0,4 * 0,2222}{0,5111} = 0,1739$$

$$P(H2|E9) = \frac{0,2 * 0,1111}{0,5111} = 0,0435$$

$$P(H2|E12) = \frac{0,6 * 0,3333}{0,5111} = 0,3913$$

3. D1 = *Diabetes Tipe 1*

$$P(H3|E2) = \frac{0,6 * 0,75}{0,5} = 0,9$$

$$P(H2|E15) = \frac{0,2 * 0,25}{0,5} = 0,1$$

- f. Menghitung nilai kesimpulan dari Teorema Bayes dengan mengalikan nilai probabilitas bukti asli, atau $P(E|H_i)$, dengan nilai hipotesis H_i , dan menjumlahkan hasil perkalian yang diturunkan dari persamaan 7.

1. HA = *Hemolytic Anemia*

$$\sum_{k=4}^4 Bayes = (0,6 * 0,2903) + (0,6 * 0,2903) + (0,6 * 0,2903) + (0,4 * 0,129) = 0,57$$

2. LSE = *Lupus Eritematosus Sistemik*

$$\sum_{k=4}^4 Bayes = (0,6 * 0,3913) + (0,4 * 0,1739) + (0,2 * 0,0435) + (0,6 * 0,3913) = 0,5478$$

3. D1 = *Diabetes Tipe 1*

$$\sum_{k=2}^2 Bayes = (0,6 * 0,9) + (0,2 * 0,1) = 0,56$$

Tabel 6. Hasil Perhitungan Teorema Bayes

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Nilai Akhir
HA	<i>Hemolytic Anemia</i>	0,57
LSE	<i>Lupus Eritematosus Sistemik</i>	0,55
D1	<i>Diabetes Tipe 1</i>	0,56

Pasien ditentukan menderita penyakit autoimun jenis anemia hemolitik (HA) dengan nilai kepercayaan 0,57 atau 57% berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan pendekatan Teorema Bayes di atas.

4. KESIMPULAN

Menurut penelitian tentang penggunaan algoritma Bayes Theorem untuk mendeteksi penyakit autoimun, tantangan ini melibatkan seorang pasien yang membutuhkan diagnosis dari keluhannya atau sebagian dari gejalanya agar dokter dapat mengidentifikasi penyakit yang dialaminya. Oleh karena itu, penelitian ini dapat membantu dokter atau spesialis lebih cepat dan akurat mengidentifikasi jenis penyakit autoimun yang dialami pasien berdasarkan gejalanya. Nilai persentase kemungkinan pasien mengalami anemia hemolitik (HA) sebesar 57% berdasarkan penerapan algoritma ini terhadap hasil diagnosa yang telah dibuat menggunakan sistem pakar.

REFERENCES

- [1] D. Setiawan, R. N. Putri, and R. Suryanita, "Perbandingan Algoritma Genetika dan Backpropagation pada Aplikasi Prediksi Penyakit Autoimun," *Khazanah Inform. J. Ilmu Komput. Dan Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 21–27, 2019.
- [2] W. Risnawaty, M. G. H. Putri, and R. V. Gunjaya, "PENERAPAN KONSELING KELOMPOK DALAM PENDAMPINGAN PSIKOLOGIS KOMUNITAS ORANG DENGAN AUTOIMUN (KOMUNITAS ODAI)," *Pros. SERINA*, vol. 1, no. 1, pp. 1435–1446, 2021.
- [3] D. P. Sari, "Analisis Mesin Inferensi Forward Dan Backward Chaining Untuk Diagnosis Penyakit Autoimun Berbasis Web." Institut Teknologi Nasional Malang, 2019.
- [4] D. P. Mulya and A. Darmawan, "PSIKOSIS PADA AUTOIMUN SEBUAH LAPORAN KASUS SISTEMIK LUPUS ERITEMATOSUS KOINSIDENSI DENGAN MULTIPLE SKLEROSIS," *Collab. Med. J.*, vol. 5, no. 1, pp. 7–10, 2022.
- [5] B. H. Hayadi, *Sistem pakar*. Deepublish, 2018.
- [6] P. S. Ramadhan, M. Kom, U. F. S. Pane, and M. Kom, *Mengenal Metode Sistem Pakar*. Uwais Inspirasi Indonesia, 2018.
- [7] R. Widiyastutik, "Sistem Pakar Identifikasi Profesi Berdasarkan Bakat Dan Minat Remaja Dengan Kecenderungan Motivasi Berprestasi Menggunakan Metode Teorema Bayes." Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, 2021.
- [8] G. Gufron and D. Danang, "Sistem Pakar Penanganan Kerusakan Komputer Dan Peripheralsnya," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 29–42, 2018.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] A. S. R. M. Sinaga, "Bayes Diagnosa Penyakit Ikan Hias Air Tawar Dengan Teorema Bayes," *Sink. J. dan Penelit. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 43–50, 2018.
- [12] S. N. Arif, M. Syahril, S. Kusnasari, and H. Winata, "Sistem Pakar Mendiagnosa Kerusakan Handphone Oppo Dengan Menggunakan Teorema Bayes," *J. Teknol. Sist. Inf. Dan Sist. Komput. TGD*, vol. 4, no. 1, pp. 112–126, 2021.
- [13] H. Hafizah, "Sistem Pakar Untuk Pendiagnosaan Karies Gigi Menggunakan Teorema Bayes," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD*, vol. 4, no. 1, pp. 103–111, 2021.
- [14] R. Hardianto and C. Kusuma, "Rancang Bangun Sistem Pakar Penentuan Kepribadian," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 45–51, 2019.
- [15] A. Supiandi and D. B. Chandradimuka, "Sistem Pakar Diagnosa Depresi Mahasiswa Akhir Dengan Metode Certainty Factor Berbasis Mobile," *J. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 102–111, 2018.
- [16] R. L. Lestari, T. H. Nasution, A. H. Wibisono, M. Jannah, U. N. Widiyanti, and E. S. Dewi, "Hubungan Tingkat Penerimaan diri dengan Tingkat Kepatuhan Minum Obat Pasien Lupus di Yayasan Kupu Parahita Indonesia," *Bul. Penelit. Kesehat.*, vol. 49, no. 4, pp. 215–222, 2021.
- [17] F. N. Rahmi and M. Rachmawati, "Pengelolaan Platform Digital Sebagai Media Informasi Autoimun," *WIDYAKALA J. Pembang. JAYA Univ.*, vol. 9, no. 1, pp. 16–26, 2022.
- [18] G. W. N. Wibowo, S. Widiastuti, M. Muratno, E. Lolang, and S. Soraya, "Penerapan Metode Teorema Bayes Dalam Mendiagnosa Penyakit Tuberculosis," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 4, pp. 1782–1788, 2023.
- [19] P. S. RAMADHAN, "Sistem Pakar Pendeteksian Psoriasis Postular Menggunakan Kombinasi Teorema Bayes Dengan Euclidean Probability," *Comput. Eng. Sci. Syst. J.*, vol. 4, no. 2, p. 111, 2019, doi: 10.24114/cess.v4i2.13203.
- [20] H. Hafizah, T. Tugiono, and A. Azlan, "Sistem Pakar Untuk Pendiagnosaan Karies Gigi Menggunakan Teorema Bayes," *J-SISKO TECH (Jurnal Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD)*, vol. 4, no. 1, p. 103, 2021, doi: 10.53513/jsk.v4i1.2625.