

Analisis Perbandingan Sistem Pakar dalam Mendiagnosa Penyakit Limfoma Hodgkin Menggunakan Algoritma Teorema Bayes dan Certainty Factor

Muklis Mahendra, Rahmadhani Pane*, Rohani

Prodi Teknologi Informasi, Fakultas: Sains dan Teknologi, Universitas Labuhanbatu, Indonesia
Email: ¹muklismahendra45@gmail.com, ²rahmadanipane@gmail.com, ³pasariburohani@gmail.com
Email Penulis Korespondensi: muklismahendra45@gmail.com
Submitted: 02/06/2023; Accepted: 29/06/2023; Published: 29/06/2023

Abstrak-Salah satu jenis kanker yang menyerang limfatik dalam tubuh yaitu Limfoma Hodgkin juga termasuk dalam jenis yang langka, biasanya penyakit ini terjadi pada usia remaja serta orang dewasa. Jenis penyakit ini menggunakan pengobatan yang serius namun tidak sedikit juga pasien yang dapat sembuh. Dalam mendiagnosa penyakit ini juga menjadi tantangan bagi seorang pakar dikarenakan gejala yang ditimbulkan hampir sama dengan gejala penyakit Limfoma lainnya, memiliki kerumitan tersendiri. Dengan itu maka penelitian ini memberikan alternatif untuk memudahkan dalam mendiagnosa dengan memanfaatkan sebuah sistem yang dapat mengetahui tingkat kepastian dari sebuah penyakit berdasarkan berdasarkan data-data yang ada diantaranya gejala penyakit, nilai dari pakar serta nilai dari seorang user. Setelah dilakukan penelitian dengan memanfaatkan perbandingan dua algoritma yaitu Teorema Bayes dan Certainty Factor maka dilakukan penelitian dengan menerapkan berbagai tahapan pemrosesan sesuai dengan algoritma yang telah ditetapkan. Dengan menggunakan dari algoritma Teorema Bayes sebesar 77.7% sedangkan nilai yang lebih tinggi dihasilkan oleh algoritma Certainty Factor sebesar 94.1%.

Kata Kunci: Penyakit Limfoma Hodgkin; Sistem Pakar; Algoritma Teorema Bayes; Algoritma Certainty Factor

Abstract-One type of cancer that attacks the lymphatics in the body, namely Hodgkin's Lymphoma is also a rare type, this disease usually occurs in teenagers and adults. This type of disease requires serious treatment but not too few patients who can recover. Diagnosing this disease is also a challenge for an expert because the symptoms it causes are almost the same as the symptoms of other lymphoma diseases, which have their own complications. With that, this research provides an alternative to make it easier to diagnose by utilizing a system that can determine the level of certainty of a disease based on existing data including symptoms of the disease, the value of the expert and the value of a user. After conducting research using a comparison of two algorithms, namely Bayes Theorem and Certainty Factor, research is carried out by applying various processing stages according to a predetermined algorithm. By using the Bayes Theorem algorithm of 77.7% while a higher value is generated by the Certainty Factor algorithm of 94.1%.

Keywords: Hodgkin's Lymphoma; Expert System; Bayes Theorem Algorithm; Certainty Factor Algorithm

1. PENDAHULUAN

Limfoma Hodgkin adalah jenis kanker langka yang menyerang sistem limfatik dalam tubuh. Disebut juga limfoma Hodgkin karena adanya sel Reed-Sternberg yang khas dalam jaringan limfoid yang terkena. Penyakit ini umumnya terjadi pada remaja dan dewasa muda. Limfoma Hodgkin ditandai oleh pembengkakan kelenjar getah bening, demam, kelelahan, gatal-gatal, dan penurunan berat badan tanpa sebab. Diagnosis melibatkan serangkaian tes dan pemeriksaan seperti biopsi kelenjar getah bening, analisis darah, dan pencitraan medis[1]. Pengobatan terdiri dari kemoterapi, radioterapi, dan dalam kasus yang lebih parah yaitu transplantasi sumsum tulang. Meskipun serius, tingkat kesembuhan tinggi jika didiagnosis pada tahap awal. Peningkatan pengetahuan dan penelitian terus dilakukan untuk meningkatkan pemahaman dan pengobatan penyakit ini[2].

Diagnosa penyakit Limfoma Hodgkin dapat menjadi tantangan karena gejalanya yang mirip dengan kondisi lain dan kelangkaan penyakit ini. Hal ini dapat mengakibatkan keterlambatan dalam diagnosis dan pengobatan yang tepat[3]. Namun, perkembangan dalam bidang kecerdasan buatan, khususnya sistem pakar, telah membantu dalam mengatasi permasalahan ini. Dengan menggunakan algoritma dan aturan yang telah diprogram, sistem pakar dapat membantu dokter dalam mengidentifikasi kemungkinan Limfoma Hodgkin berdasarkan gejala yang ada. Hal ini dapat mempercepat proses diagnosis, meminimalkan risiko kesalahan, dan memastikan penanganan yang tepat.

Sistem pakar ialah kelompok dari program komputer yang menggunakan ilmu dari pakar dan aturan yang telah diprogram untuk meniru kemampuan manusia dalam mendiagnosis masalah atau memberikan solusi dalam bidang tertentu[4]. Algoritma yang biasa digunakan dalam sistem pakar antara lain Forward Chaining, Backward Chaining, Demstersafer, Certainty Factor, Teorema Bayes dan lain sebagainya[5]. Dalam penelitian ini, dilakukan perbandingan antara dua algoritma, yakni algoritma Teorema Bayes. Algoritma Teorema Bayes adalah metode statistik yang digunakan untuk menghitung probabilitas suatu kejadian berdasarkan probabilitas awal[6] Selain itu, dalam penelitian ini juga melibatkan algoritma Certainty Factor. Algoritma Certainty Factor merupakan Algoritma dalam sistem pakar yang menggabungkan faktor kepastian (certainty factor) dari aturan-aturan yang diterapkan untuk menghasilkan tingkat kepastian dalam kesimpulan atau diagnosis.

Penelitian sebelumnya yang dapat memberikan dukungan untuk penelitian ini adalah studi yang dilakukan pada tahun 2020 oleh Naftali Sulardi dan Arita Witanti. Penelitian tersebut membahas tentang penggunaan sistem pakar dalam penentuan penyakit anemia dengan menggunakan algoritma teorema Bayes. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis penyakit anemia yang terjadi pada pasien. Hasil dari implementasi algoritma

menunjukkan tingkat akurasi sebesar 0.7395, dengan jenis penyakit yang didiagnosis adalah Anemia Zat Besi[7]. Penelitian yang dilakukan oleh Tugiono dkk, tahun 2021 yang mengenai penerapan sistem pakar algoritma teorema bayes mendiagnosa karies gigi dari penelitian tersebut menghasilkan nilai akurasi pasien tersebut mengalami karies gigi sebesar 71.00%[8]. Penelitian yang dilakukan oleh Dicky Novriansyah dkk, pada tahun 2020 yang membahas sistem pakar dengan menerapkan algoritma teorema bayes untuk diagnosa penyakit batuk rejan dengan ini menghasilkan tingkat akurasi sebesar sebesar 75%[9]. Pada tahun 2020, Muhammad dkk melakukan penelitian yang membahas tentang penerapan algoritma certainty factor dalam sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit kolesterol di kalangan remaja. Dalam penelitian tersebut, algoritma tersebut diterapkan pada setiap jenis penyakit, termasuk Kolesterol HDL, Kolesterol LDL, dan Disiplidemia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tertinggi pada faktor kepastian (CF) penyakit Disiplidemia adalah sebesar 0.83632[10]. Penelitian yang dilakukan oleh Andreas Nugraha Putra dkk tahun 2021 mengenai penerapan sistem pakar dengan menggunakan algoritma *certainty factor* untuk mendiagnosis penyakit gastritis yang mana penelitian ini terdapat beberapa atau banyak gejala yang timbul dari penyakit ini dialami pada pasien dan setelah dilakukan pengujian maka dapat diketahui persentase seorang pasien mengidap penyakit tersebut sebesar sebesar 91.6%[11].

Dengan mengacu pada penjelasan di atas, penulis telah melakukan penelitian mengenai diagnosis penyakit *Limfoma Hodgkin* dengan membandingkan algoritma *Teorema Bayes* dan *Certainty Factor*. Penelitian ini bertujuan untuk membantu pakar dalam mendiagnosis penyakit yang diderita oleh pasien melalui gejala atau keluhan yang diungkapkan, tanpa memerlukan pertemuan langsung antara pakar dan pasien.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Suatu penelitian tidak akan terhindar dari tahapan-tahapan penelitian yang harus dilakukan oleh seorang peneliti, sehingga membuat penelitian ini menjadi lebih objektif berdasarkan urutan dari setiap tahapan yang telah ditetapkan sebelumnya. Dengan kesesuaian tahapan dapat memberikan mahsil yang akurat. Merupakan sebuah keharusan bahwa dalam sebuah penelitian terdapat algoritma ataupun utahapan yang logis dan sistematis yang dimana berisi penjelasan dari setiap tahapan yang ada.

a. Studi Kepustakaan

Pada tahap ini, dilakukan studi kepustakaan yang mencakup mencari berbagai sumber atau informasi terkait dengan topik yang terkait dengan permasalahan dan algoritma yang digunakan. Sumber-sumber yang dicari dapat berupa buku, artikel, atau publikasi lainnya yang memberikan wawasan tentang topik tersebut.

b. Analisis Algoritma

Dalam tahapan ini, dilakukan analisis algoritma yang mencakup menganalisis topik permasalahan yang ada. Selanjutnya, dilakukan proses analisis untuk setiap tahapan algoritma yang digunakan dalam penelitian ini.

c. Penerapan Algoritma

Pada tahap ini, dilakukan penerapan algoritma dengan menjalankan proses atas setiap tahapan yang ada dalam algoritma tersebut. Tujuan dari penerapan ini adalah untuk menghasilkan faktor keyakinan dari algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah Algoritma *Teorema Bayes* dan *Certainty Factor*.

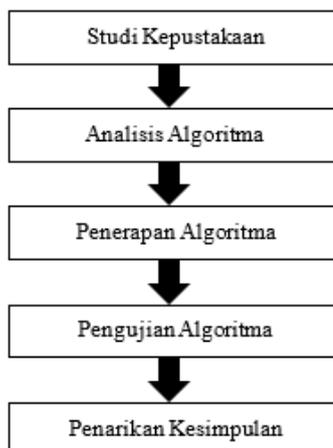
d. Pengujian Algoritma

Algoritma pengujian dilakukan dalam penelitian ini dengan membandingkan dua algoritma yang berbeda algoritma *Teorema Bayes* dan *Certainty Factor*.

e. Penarikan Kesimpulan

Pembuatan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan menjadi sebuah paragraf.

Maka dari penjelasan diatas dapat digambarkan sebuah kerangka penelitian seperti gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Kerangka Penelitian

2.2 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah jenis sistem kecerdasan buatan yang dirancang untuk meniru pengetahuan dan kemampuan seorang pakar manusia dalam bidang tertentu[12]. Sistem pakar menggunakan aturan-aturan dan fakta-fakta yang diperoleh dari pakar manusia untuk memberikan solusi atau rekomendasi yang serupa dengan yang diberikan oleh pakar[13]. Sistem pakar fokus pada pengetahuan domain tertentu dan menggunakan basis pengetahuan yang telah ditentukan sebelumnya[14]. Dalam bidang kesehatan sistem pakar dapat digunakan untuk mempermudah seorang pakar (Dokter), untuk memnudahkan dapal proses diagnosa melalui gejala yang diderita oleh pasien[15].

2.3 Penyakit *Limfoma Hodgkin*

Limfoma Hodgkin adalah salah satu jenis kanker sistem limfatik yang ditandai oleh pertumbuhan sel-sel limfosit bermutasi di dalam kelenjar getah bening[16]. Penyakit ini dinamakan berdasarkan nama dokter yang pertama kali menggambarannya, yaitu Thomas Hodgkin. Limfoma Hodgkin biasanya menyerang orang muda, antara usia 15 hingga 40 tahun, meskipun dapat juga terjadi pada usia dan dewasa. Penyakit ini ditandai dengan pembesaran kelenjar getah bening, demam, kelelahan, gatal-gatal pada kulit, dan penurunan berat badan yang signifikan. Limfoma Hodgkin umumnya terjadi pada orang muda dewasa dan dapat mempengaruhi sistem kekebalan tubuh[17]. Pencegahan Limfoma Hodgkin belum diketahui secara pasti, tetapi menjaga gaya hidup sehat, termasuk mengonsumsi makanan bergizi, berolahraga secara teratur, menghindari paparan zat beracun, dan menjaga kebersihan diri, dapat menjaga sistem kekebalan tubuh dan mengurangi risiko penyakit. Pengobatan Limfoma Hodgkin melibatkan pendekatan multidisiplin, termasuk kemoterapi, radioterapi, terapi target, dan transplantasi sumsum tulang. Pilihan pengobatan tergantung pada stadium penyakit, usia pasien, dan kondisi kesehatan. Kemoterapi adalah metode umum yang menggunakan obat-obatan untuk membunuh sel kanker, sedangkan radioterapi menggunakan sinar-X atau radiasi lainnya untuk menghancurkan sel kanker. Terapi target melibatkan penggunaan obat-obatan yang menargetkan sel-sel kanker tertentu. Transplantasi sumsum tulang digunakan dalam kasus yang lebih lanjut jika diperlukan penggantian sumsum tulang yang rusak[18].

2.4 Algoritma *Teorema Bayes*

Teorema Bayes merupakan salah satu algoritma atau metode yang digunakan untuk menghasilkan penilaian atau inferensi berdasarkan informasi yang ada [12]. Algoritma ini diperkenalkan oleh Thomas Bayes merupakan seorang matematikawan. Algoritma ini juga banyak digunakan dalam dunia kesehatan, dalam sistem diagnostik medis, Teorema Bayes digunakan untuk memperbarui probabilitas penyakit berdasarkan gejala yang diamati dan hasil tes. Dalam hal ini, probabilitas awal penyakit diperbarui dengan informasi tambahan yang diperoleh melalui hasil tes atau gejala baru yang muncul. Ini memungkinkan dokter untuk membuat keputusan diagnosis yang lebih akurat dan memberikan perawatan yang sesuai kepada pasien. [7]. Rumus dari Algoritma Teorema Bayes Seperti dibawah ini:

$$P(H_i|E) = \frac{P(E|H)_i * P(H)_i}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i} \tag{1}$$

Keterangan:

$P(H|E)_i$ = Probabilitas hipotesa pada *evidence* ke-i

$P(E|H)_i$ = Probabilitas *evidence* pada hipotesis ke-i benar.

$P(H)_i$ = Probabilitas hipotesis ke-i.

n = Jumlah kemungkinan hipotesis

2.5 Algoritma *Certainty Factor*

Algorithm Certainty Factor (CF) merupakan algoritma yang digunakan dalam sistem kecerdasan buatan untuk mengevaluasi keyakinan atau kepastian terkait suatu keputusan atau prediksi. Algoritma ini memanfaatkan konsep faktor kepastian untuk menggabungkan dan menghitung tingkat keyakinan dari berbagai aturan atau fakta yang relevan. Pada dasarnya, algoritma Certainty Factor menggabungkan dua faktor utama, yaitu keakuratan aturan dan kekuatan informasi yang dikumpulkan untuk mencapai suatu kesimpulan. Keakuratan aturan dinyatakan dalam bentuk faktor kepastian, yang mengindikasikan sejauh mana suatu aturan atau asumsi benar. Sedangkan kekuatan informasi mengacu pada sejauh mana bukti atau fakta yang dikumpulkan mendukung atau membantah suatu kesimpulan[19]. Berikut rumus dari algoritma certainty factor [20]:

$$H (CF=Cfi) \tag{2}$$

Keterangan:

E1. . .En = nilai evidence

H = nilai hipotesa yang dihasilkan

CF = tingkat keyakinan dari fakta-fakta yang ada

Bentuk rumus dasar *certainty factor*:

$$CF(H,e) = CF(E,e) * CF(H,E) \tag{3}$$

Keterangan:

$CF(H,e)$ = hipotesis *certainty factor* opada *evidence* e

$CF(E,e)$ = *certainty factor* E apada *evidence* e

$CF(H,E)$ = *certainty factor* hipotesis dengan *evidence* yang diketahui pasti

Apabila semua nilai dari *evidence* diketahui dengan pasti maka diterapkan persamaan berikut:

$$CF(E,e) = CF(H,E) \tag{4}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Data Penyakit *Limfoma Hodgkin*

Tahapan ini pada dasarnya untuk mencari pengetahuan pakar terhadap penyakit *Limfoma Hodgkin*, sehingga pada utahap akhir penelitian ini diperoleh diagnosa dari penyakit tersebut secara objektif dan terstruktur dari gejala yang ada serta yang dialami oleh pasien. Maka berikut ini merupakan beberapa gejala serta nilai pakar, seperti tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Data nilai pakar terhadap gejala

Kode Gejala	Keterangan	Nilai Pakar
G1	Demam	0.9
G2	Muntah	0.6
G3	Berkeringat dimalam hari	0.8
G4	Gatal-gatal	0.7
G5	Sesak nafas	0.9
G6	Batuk tak kunjung sembuh	0.7
G7	Menurunnya berat badan	0.8

Berikut ini jawaban dari user yang dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2. Data nilai user terhadap gejala

Kode Gejala	Keterangan	Nilai User
G1	Demam	0.5
G2	Muntah	0.4
G3	Berkeringat dimalam hari	0.4
G4	Gatal-gatal	0.6
G5	Sesak nafas	0.3
G6	Batuk tak kunjung sembuh	0.5
G7	Menurunnya berat badan	0.3

Tabel 3. Aturan Bayes

No	Nilai Bayes	Teorema Bayes
1	0 – 0.2	Tidak Ada
2	0.3 – 0.4	Mungkin
3	0.5 – 0.6	Kemungkinan Besar
4	0.7 – 0.8	Hampir Pasti
5	0.9 - 1	Pasti

3.2 Penerapan Algoritma

3.2.1 Penerapan Algoritma *Teorema Bayes*

Nilai pakar dan nilai user terkait dengan gejala yang telah diketahui sebelumnya, maka kita dapat melaksanakan langkah-langkah penerapan metode *Teorema Bayes* sebagai berikut:

Menghitung nilai probabilitas $P(H)_i$

$$P(H)_1 = \frac{H_1}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7} = \frac{0.9}{0.9+0.6+0.8+0.7+0.9+0.7+0.8}$$

$$= \frac{0.9}{5.4}$$

$$= 0.167$$

$$P(H)_2 = \frac{H_2}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7} = \frac{0.9}{0.9+0.6+0.8+0.7+0.9+0.7+0.8}$$

$$= \frac{0.9}{5.4}$$



$$\begin{aligned}
 &= 0.111 \\
 P(H)_3 &= \frac{H_3}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7} = \frac{0.9}{0.9+0.6+0.8+0.7+0.9+0.7+0.8} \\
 &= \frac{0.9}{5.4} \\
 &= 0.148
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(H)_4 &= \frac{H_4}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7} = \frac{0.9}{0.9+0.6+0.8+0.7+0.9+0.7+0.8} \\
 &= \frac{0.9}{5.4} \\
 &= 0.130
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(H)_5 &= \frac{H_5}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7} = \frac{0.9}{0.9+0.6+0.8+0.7+0.9+0.7+0.8} \\
 &= \frac{0.9}{5.4} \\
 &= 0.167
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(H)_6 &= \frac{H_6}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7} = \frac{0.9}{0.9+0.6+0.8+0.7+0.9+0.7+0.8} \\
 &= \frac{0.9}{5.4} \\
 &= 0.130
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(H)_7 &= \frac{H_7}{H_1+H_2+H_3+H_4+H_5+H_6+H_7} = \frac{0.9}{0.9+0.6+0.8+0.7+0.9+0.7+0.8} \\
 &= \frac{0.9}{5.4} \\
 &= 0.148
 \end{aligned}$$

Mengalikan nilai probabilitas hipotesis ke-i dengan probabilitas bukti pada hipotesis ke-i

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i &= (0.5 \times 0.167) + (0.4 \times 0.111) + (0.4 \times 0.148) + (0.6 \times 0.130) + (0.3 \times 0.167) + (0.5 \times 0.130) \\
 &\quad + (0.3 \times 0.148) \\
 &= 0.083 + 0.044 + 0.059 + 0.078 + 0.050 + 0.065 + 0.044 \\
 &= 0.424
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(H|E)_1 &= \frac{P(E|H)_1 * P(H)_1}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i} \\
 &= \frac{0.083}{0.424} \\
 &= 0.197
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(H|E)_2 &= \frac{P(E|H)_2 * P(H)_2}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i} \\
 &= \frac{0.044}{0.424} \\
 &= 0.105
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(H|E)_3 &= \frac{P(E|H)_3 * P(H)_3}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i} \\
 &= \frac{0.059}{0.424} \\
 &= 0.140
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(H|E)_4 &= \frac{P(E|H)_4 * P(H)_4}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i} \\
 &= \frac{0.078}{0.424} \\
 &= 0.183
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 P(H|E)_5 &= \frac{P(E|H)_i * P(H)_i}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i} \\
 &= \frac{0.050}{0.424} \\
 &= 0.118
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(H|E)_6 &= \frac{P(E|H)_i * P(H)_i}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i} \\
 &= \frac{0.065}{0.424} \\
 &= 0.153
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(H|E)_7 &= \frac{P(E|H)_i * P(H)_i}{\sum_{i=1}^n P(E|H)_i * P(H)_i} \\
 &= \frac{0.044}{0.424} \\
 &= 0.105
 \end{aligned}$$

Menyusun hasil dalam bentuk persentase untuk menunjukkan tingkat kemungkinan seorang pasien atau pengguna mengalami penyakit *Limfoma Hodgkin*.

$$\begin{aligned}
 \text{Hasil Diagnosa} &= \text{Bayes1} + \text{Bayes2} + \text{Bayes3} + \text{Bayes4} + \text{Bayes5} + \text{Bayes6} + \text{Bayes7} + \text{Bayes8} + \text{Bayes9} \times 100\% \\
 &= (0.197 \times 0.9) + (0.105 \times 0.6) + (0.140 \times 0.8) + (0.183 \times 0.7) + (0.118 \times 0.9) + (0.153 \times 0.7) \\
 &\quad + (0.105 \times 0.8) \times 100\% \\
 &= 0.177 + 0.063 + 0.112 + 0.128 + 0.106 + 0.107 + 0.084 \times 100\% \\
 &= 0.777 \times 100\% \\
 &= 77.7\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan penentuan hasil diagnosa penyakit *Limfoma Hodgkin* pada seorang penyakit dengan menerapkan algoritma *Teorema Bayes* dengan nilai persentase sebesar 77.7%.

3.2.2 Penerapan Algoritma *Certainty Factor*

Dilakukan perhitungan berdasarkan data yang diperoleh, yaitu nilai pakar dan nilai pengguna terhadap gejala yang ada *Certainty Factor* dimulai dengan menghitung nilai Cfpakarnya dengan cara mengkalikan Cfuser dengan CF seperti pada langkah-langkah dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{CF[HE]1} &= \text{CF[H]1} * \text{CF[E]1} \\
 &= 0.9 * 0.5 \\
 &= 0.45
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{CF[HE]2} &= \text{CF[H]2} * \text{CF[E]2} \\
 &= 0.6 * 0.4 \\
 &= 0.24
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{CF[HE]3} &= \text{CF[H]3} * \text{CF[E]3} \\
 &= 0.8 * 0.4 \\
 &= 0.32
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{CF[HE]4} &= \text{CF[H]4} * \text{CF[E]4} \\
 &= 0.7 * 0.6 \\
 &= 0.42
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{CF[HE]5} &= \text{CF[H]5} * \text{CF[E]5} \\
 &= 0.9 * 0.3 \\
 &= 0.27
 \end{aligned}$$

$$\text{CF[HE]6} = \text{CF[H]4} * \text{CF[E]4}$$



$$= 0.7 * 0.5$$

$$= 0.35$$

$$CF[HE]7 = CF[H]5 * CF[E]5$$

$$= 0.8 * 0.3$$

$$= 0.24$$

Tahapan terakhir dengan mengkombinasikan nilai CF untuk setiap gejala Cfpakar*Cfuser), seperti dibawah ini:

$$Cfcombine CF[H,E]1,2 = CF[H,E]1 + CF[H,E]2 * (1-CF[H,E]1)$$

$$= 0.45 + 0.24 (1-0.45)$$

$$= 0.45 + 0.24 (0.55)$$

$$= 0.45 + 0.55$$

$$= 0.582_{old}$$

$$Cfcombine CF[H,E]old,3 = CF[H,E] old + CF[H,E]3 * (1-CF[H,E]old)$$

$$= 0.582 + 0.32 (1-0.582)$$

$$= 0.582 + 0.32 (0.418)$$

$$= 0.582 + 0.418$$

$$= 0.716_{old1}$$

$$Cfcombine CF[H,E]old1,4 = CF[H,E] old1 + CF[H,E]4 * (1-CF[H,E]old1)$$

$$= 0.716 + 0.42 (1-0.77)$$

$$= 0.716 + 0.42 (0.284)$$

$$= 0.716 + 0.284$$

$$= 0.835_{old2}$$

$$Cfcombine CF[H,E]old2,5 = CF[H,E] old1 + CF[H,E]5 * (1-CF[H,E]old2)$$

$$= 0.835 + 0.27 (1-0.835)$$

$$= 0.835 + 0.27 (0.165)$$

$$= 0.835 + 0.165$$

$$= 0.880_{old3}$$

$$Cfcombine CF[H,E]old3,6 = CF[H,E] old1 + CF[H,E]4 * (1-CF[H,E]old1)$$

$$= 0.880 + 0.35 (1-0.880)$$

$$= 0.880 + 0.35 (0.120)$$

$$= 0.880 + 0.120$$

$$= 0.922_{old4}$$

$$Cfcombine CF[H,E]old4,7 = CF[H,E] old1 + CF[H,E]5 * (1-CF[H,E]old2)$$

$$= 0.922 + 0.24 (1-0.922)$$

$$= 0.922 + 0.24 (0.078)$$

$$= 0.922 + 0.078$$

$$= 0.941_{old5}$$

Setelah memperoleh nilai Cfcombine, maka dapat melakukan nilai persentase keyakinan. Seperti dibawah ini:

$$CF[H,E]old2 * 100\% = 0.941 * 100\%$$

$$= 94.1\%$$

Hasil penerapan algoritma *Certainty Factor* pada penyakit *Limfoma Hodgkin* nilai persentase keyakinan sebesar 94.1%.

3.3 Perbandingan Algoritma *Teorema Bayes* dan *Certainty Factor*

Berikut ini merupakan tabel hasil dari perbandingan antara dua algoritma yaitu algoritma *Teorema Bayes* dan *Certainty Factor* seperti 4 dibawah ini:

Tabel 4. Perbandingan Algoritma *Teorema Bayes* dan *Certainty Factor*

Algoritma	Hasil Persentase
Algoritma <i>Teorema Bayes</i>	77.7%
Algoritma <i>Certainty Factor</i>	94.1%

Berdasarkan tabel perbandingan algoritma diatas maka dapat diketahui bahwa terdapat selisih nilai antar kedua algoritma tersebut, Algoritma *Teorema Bayes* menghasilkan nilai yang lebih rendah yaitu dengan persentasi kemungkinan sebesar 77.7% sedangkan Algoritma *Certainty Factor* menghasilkan nilai yang lebih tinggi dengan persentase keyakinan sebesar 94.1%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian mengenai perbandingan Algoritma *Teorema Bayes* dan *Certainty Factor* untuk menganalisis penyakit *Limfoma Hodgkin*, terdapat beberapa gejala dari penyakit tersebut serbta nilai dari seorang pakar yang dijadikan acuan dalam mendiagnosa serta nilai user yang mendukung hasil diagnosa sehingga dapat menghasilkan kepastian yang objektif. Sistem pakar dapat mempermudah mendiagnosa penyakit dengan lebih efektif dan efisien dikrenkan dengan adanya sistem ini seorang pakar dan user tidak perlu bertemu secara langsung, namun hanya membutuhkan jawaban dari seorang user atas gejala yang diderita maka dapat mengetahui diagnosa dari penyakit tersebut. Penelitian ini telah dilakukan dengan perbandingan dua metode tersebut dengan melalui berbagai tahapan yang sehingga dapat menghasilkan nilai dari algoritma *Teorema Bayes* sebesar 77.7% sedangkan nilai yang lebih tinggi dihasilkan oleh algoritma *Certainty Factor* sebesar 94.1%. diharapkan dapat membantu seorang pakar mempermudah dalam mendiagnosis penyakit *Limfoma Hodgkin*.

REFERENCES

- [1] F. Octaviani, "KLASIFIKASI LIMFOMA NON-HODGKIN MENGGUNAKAN RESNET PRETRAINED MODEL." Universitas AMIKOM Yogyakarta, 2022.
- [2] D. Maranatha and B. Bestari, "Problema Diagnostik dan Respons Kemoterapi pada Seorang Penderita Classical Limfoma Hodgkin Tipe Mixed Cellularity dengan Temporary Spontaneous Regression," *J. Respirasi*, vol. 3, no. 1, p. 7, 2019, doi: 10.20473/jr.v3-i.1.2017.7-11.
- [3] N. Soetandyo, R. V. Rebecca, M. Yunti, and A. H. Reksodiputro, "Limfoma Komposit: Limfoma Hodgkin dan Limfoma Non-Hodgkin Sebuah Laporan Kasus," *J. Penyakit Dalam Indones.*, vol. 5, no. 3, p. 146, 2018, doi: 10.7454/jpdi.v5i3.200.
- [4] F. Bangun, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Tbc Menggunakan Metode Teorema Bayes," *J. Tek. Dan Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 23–29, 2019.
- [5] D. Puspita, "Penerapan Metode Forward Chaining untuk Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Rabies Pada Manusia," *Sains, Apl. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 70–77, 2023.
- [6] M. R. Handoko and N. Neneng, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Selama Kehamilan Menggunakan Metode Naive Bayes Berbasis Web," *J. Teknol. Dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 50–58, 2021.
- [7] 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, doi: 10.20884/1.jutif.2020.1.1.12.
- [8] H. Hafizah, tugiono tugiono, and azlan azlan, "Sistem Pakar Untuk Pendiagnosaan Karies Gigi Menggunakan Teorema Bayes," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD*, vol. 4, no. 1, pp. 103–111, Feb. 2021, doi: 10.53513/JSK.V4I1.2625.
- [9] J. Hutagalung, D. Nofriansyah, and M. A. Syahdian, "Penerimaan Bantuan Pangan Non Tunai (BPNT) Menggunakan Metode ARAS," vol. 6, pp. 198–207, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3478.
- [10] S. Komputer, M. Busthomi, N. Nafi, and N. Q. Nawafilah, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kolesterol pada Remaja dengan Metode Certainty Factor," vol. 15, no. 1, pp. 23–29, 2020.
- [11] A. N. Putra, R. Ishak, and J. Maulana, "Penerapan Algoritma Certainty Factor Dan Pemodelan Uml Dalam Merancang Aplikasi Diagnosis Penyakit Gastritis," vol. VII, no. 2, pp. 63–68, 2021.
- [12] A. Wenda, K. Kraugusteeliana, A. A. Suryanto, S. N. Alam, and K. Suhada, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Paru-Paru dengan Menggunakan Metode Teorema Bayes," *J. MEDIA Inform. BUDIDARMA*, vol. 7, no. 1, pp. 82–88, 2023.
- [13] J. Perintis *et al.*, "Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Matic Injeksi Berbasis Web Dengan Metode Forward Chaining," *SISITI Semin. Ilm. Sist. Inf. dan Teknol. Inf.*, vol. 12, no. 1, pp. 425–438, Feb. 2023, Accessed: Apr. 02, 2023. [Online]. Available: <https://www.ejurnal.dipangegara.ac.id/index.php/sisiti/article/view/1204>.
- [14] H. Wahyu Putra, G. Widi Nurcahyo, F. Ilmu Komputer, and U. YPTK Padang, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ginjal Dengan Metoda Forward Chaining," vol. 5, no. 1, 2019, doi: 10.22216/jsi.v5i1.4081.
- [15] M. Ramadhan and H. Winata, "Sistem Pakar Mendiagnosa Gangguna Fungsi Kardiovaskular Dengan Metode Theorema Bayes," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, Aug. 2019, Accessed: Mar. 25, 2023. [Online]. Available: <http://prosiding.seminar-id.com/index.php/sensasi/article/view/355>.
- [16] H. Lawrenti, "Penghambat Immune Checkpoint untuk Terapi Kanker," *Cermin Dunia Kedokt.*, vol. 49, p. 24, 2022, doi: 10.55175/cdk.v49i0.1966.
- [17] P. S. Apriliana Hardika, "Sindrom Felty – Diagnosis dan Tata Laksana," *Cermin Dunia Kedokt.*, vol. 49, no. 1, pp. 14–18, 2022, doi: 10.55175/cdk.v49i1.181.
- [18] Mutmainnah, H. Irawiraman, and M. Pratinigrum, "Pemeriksaan Imunohistokimia Cd20 Di Laboratorium Patologi Anatomi



Rsud Abdul Wahab Sjahranie,” *J. Verdure*, vol. 4, no. 1, pp. 228–242, 2022.

- [19] D. Wahiddin and D. Kusumaningrum, “Implementasi Algoritma Certainty Factor untuk Mendiagnosa Penyakit yang Disertai Demam,” *Sci. Student J. Information, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 129–137, 2023.
- [20] F. Ramadhan, “Perancangan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tropis dengan Algoritma Certainty Factor Berbasis Web,” *Sci. Student J. Information, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 138–147, 2023.