

Analisis Perbandingan Metode Certainty Factor Dan Teorema Bayes Untuk Mendiagnosa Penyakit Paru-Paru Anak

Trifave Sitinjak

Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia
Email: trifive14@gmail.com

Abstrak-Sistem pakar (expert system) merupakan salah satu bidang teknik kecerdasan buatan yang cukup diminati karena penerapan di berbagai bidang baik bidang ilmu pengetahuan maupun bisnis yang terbukti sangat membantu dalam mengambil keputusan dan sangat luas penerapannya. Salah satunya penerapan sistem pakar ialah di bidang kedokteran yang digunakan untuk mendiagnosa suatu penyakit. Penyakit paru-paru merupakan penyakit yang menyerang sistem pernapasan pada manusia yang tingkat kejadiannya cukup luas dan dapat menyerang diberbagai kalangan usia. nginfeksi saluran pernapasan dan menyebabkan penderita mengalami sesak nafas. Penyakit paru-paru yang sering ditemui dalam kehidupan sehari ialah pneumonia, TBC, bronktis, batuk biasa yang disertai demam. mendiagnosa penyakit dengan sistem pakar, perlu diterapkannya metode untuk menyelesaikan permasalahannya. Adapun metode yang diterapkan ialah metode certainty factor, metode teorema bayes. Digunakannya kedua metode ini akan dilakukan perbandingan untuk mengukur tingkat keyakinan pakar dan tingkat probabilitas terhadap gejala-gejala yang kemungkinan menderita penyakit paru-paru sehingga dapat diketahui metode yang paling tepat dan terbaik untuk pendiagnosaan.

Kata Kunci : Sistem Pakar; Certainty Factor; Teorema Bayes; Paru-Paru Anak

Abstract-Expert systems are one of the fields of artificial intelligence engineering that is quite in demand because of its application in various fields both in the fields of science and business which have proven to be very helpful in making decisions and are very broad in application. One of the applications of the expert system is in the field of medicine which is used to diagnose a disease. Lung disease is a disease that attacks the respiratory system in humans whose incidence rate is quite wide and can attack various ages. infect the respiratory tract and cause the patient to experience shortness of breath. Lung diseases that are often found in everyday life are pneumonia, tuberculosis, bronchitis, common cough accompanied by fever. Diagnosing diseases with an expert system, it is necessary to apply methods to solve the problem. The method applied is the certainty factor method, the Bayes theorem method. The use of these two methods will be compared to measure the level of expert confidence and the level of probability of symptoms that are likely to suffer from lung disease so that the most appropriate and best method for diagnosis can be known.

Keywords: Expert System; Certainty Factor; Teorema Bayes; Children's Lungs

1. PENDAHULUAN

Penyakit paru-paru merupakan penyakit yang menyerang sistem pernapasan pada manusia yang tingkat kejadiannya cukup luas dan dapat menyerang diberbagai kalangan usia. Penyakit paru-paru juga sangat mengganggu tubuh manusia karena terdapat bakteri Mycroba Tuberclosis Complex yang berkembang biak didalam paru-paru kemudian menginfeksi saluran pernapasan dan menyebabkan penderita mengalami sesak nafas[1]. Penyakit paru-paru yang sering ditemui dalam kehidupan sehari ialah pneumonia, TBC, bronktis, batuk biasa yang disertai demam. Sekalipun ada beberapa penyakit paru yang tidak membahayakan jiwa, namun tetap tidak boleh di anggap sepele, mengingat berbagai komplikasi yang dapat di timbulkan[2][3]. Selama ini gejala penyakit pada paru-paru pada banyak masyarakat yang mendiagnosis berdasarkan ciri-ciri yang diketahui yang menganggap sepele karena dianggap hanya batuk biasa tanpa pertimbangan medis lainnya. Akibatnya penyakit tersebut ditangani dengan cara yang salah[4][5].

Adanya sistem pakar dalam sistem komputer, yang mempunyai kemampuan mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, supaya komputer mampu menyelesaikan masalah seperti layaknya para ahli (dokter). Untuk memudahkan penggunaannya, sistem pakar menambahkan fitur diagnosa penyakit paru-paru anak. Masalah yang terjadi dalam pengimplementasian sistem pakar pada setiap bidang adalah faktor ketidakpastian. Hal ini disebabkan adanya keraguan pengguna dalam menjawab pertanyaan pada saat sesi konsultasi atau bahkan tidak tepatnya penggunaan metode dalam membangun sistem. Oleh karena itu untuk meminimalisir faktor ketidakpastian maka digunakan metode certainty factor karena metode ini digunakan untuk mengukur tingkat kepercayaan ahli. Metode lain yang dapat digunakan untuk meminimalisir ketidakpastian ialah metode teorema bayes karena pada metode ini dihitung probabilitas berdasarkan gejala-gejala yang dihadapi. Akan tetapi Metode certainty factor dan metode teorema 2 bayes memiliki cara kerjanya berbeda, sehingga hasil presentasi keyakinan informasi nya juga berbeda. Dengan adanya perbedaan tersebut, maka kedua metode tersebut perlu di analisis untuk dapat mencari dan menentukan keputusan terbaik dalam mendiagnosa penyakit paru-paru anak.

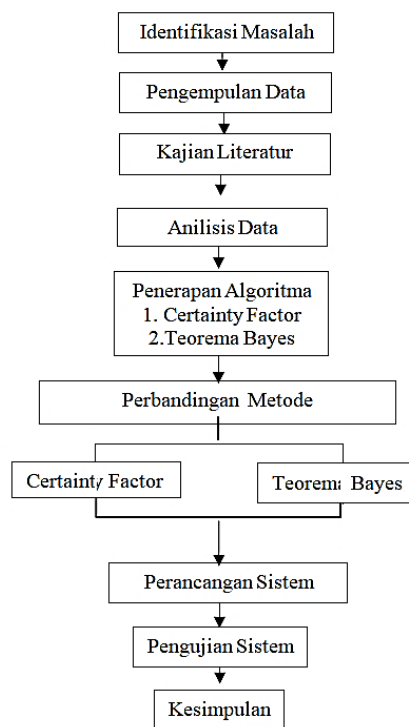
Sistem pakar (*expert system*) adalah pengembangan kecerdasan buatan yang cukup diminati karena penerapan di berbagai bidang baik ilmu pengetahuan maupun bisnis dalam bentuk aplikasi praktis yang terbukti sangat membantu dalam men gambil keputusan. Sistem pakar juga merupakan salah satu metode yang terdapat dalam kecerdasan buatan yang yang digunakan untuk mendiagnosa kesalahan sistem dan sebagai pemecah masalah. Sistem pakar mampu menyelesaikan seperti layaknya seorang pakar (human expert) yang mampu mencapai tingkat performa dalam bidang khusus dan sempit. ide dasarnya adalah kepakaran dikirim dari sumber kepakaran ke komputer, pengetahuan yang ada disimpan dalam komputer, dan pengguna dapat berkonsultasi pada komputer, kemudian komputer dapat menyimpulkan seperti layaknya seorang pakar dengan menjelaskan alasan-alasannya kepada pengguna[6][7].

Metode Certainty Factor merupakan suatu metode yang menyatakan kepastian terhadap suatu kejadian dengan fakta yang memberikan nilai terhadap kejadian[8]. Metode Teorema Bayes merupakan metode yang digunakan untuk menyatakan nilai suatu kejadian dengan menggunakan probabilitas bersyarat sebagai dasarnya[9].

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem pakar dalam bidang kesehatan hewan maupun manusia, dengan memanfaatkan metode inferensi seperti Teorema Bayes dan Certainty Factor sebagai pendekatan utama dalam proses diagnosa. Mukhlis Ramadhan dkk (2023) merancang sebuah sistem pakar terkomputerisasi untuk mendiagnosa penyakit mata pada anjing dengan menggunakan metode Teorema Bayes. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi yang akurat dan mudah diakses oleh masyarakat, khususnya para pemilik hewan peliharaan, dalam upaya membantu proses identifikasi dan penanganan penyakit mata secara mandiri sebelum membawa ke dokter hewan. Sistem yang dihasilkan mampu memberikan informasi yang bermanfaat dengan pendekatan probabilistik yang dapat merepresentasikan ketidakpastian dalam proses diagnosa[10]. Sementara itu, Galih Candra Adi Saputra dan Hartatik (2023) mengembangkan sistem pakar berbasis web untuk mendiagnosa penyakit pada burung merpati dengan menerapkan metode Certainty Factor. Sistem ini dirancang untuk mempermudah para pecinta burung merpati dalam mengenali gejala penyakit secara cepat dan efisien. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi sebesar 90,9%, yang dinilai layak oleh para pakar, meskipun penelitian ini masih membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut melalui penggunaan metode lain atau integrasi dengan sistem operasi yang berbeda[11]. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Putri Taqwa Prasetyaningrum (2024) mengkaji implementasi gabungan antara metode Certainty Factor dan Bayesian dalam sistem pakar untuk diagnosa inkontinensia urine pada lansia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Certainty Factor unggul dalam hal kecepatan proses diagnosa, sementara metode Bayesian menawarkan tingkat akurasi yang lebih tinggi, sehingga perbandingan kedua metode ini memberikan wawasan yang signifikan dalam memilih pendekatan yang paling sesuai tergantung pada kebutuhan sistem pakar, terutama dalam aplikasi medis yang memerlukan keputusan cepat dan tepat[12]. Adapun Yusri Rahma (2024) melakukan studi komparatif untuk mendiagnosa penyakit cacar ular dengan menggunakan kedua metode tersebut. Berdasarkan hasil pengujian, metode Certainty Factor menghasilkan tingkat keakuratan sebesar 99,896%, sementara metode Teorema Bayes mampu mencapai akurasi sempurna yaitu 100%. Hal ini menunjukkan bahwa kedua metode sama-sama memiliki performa yang sangat baik dalam konteks sistem pakar, dengan keunggulan masing-masing yang dapat disesuaikan dengan karakteristik domain permasalahan[13]. Keseluruhan hasil dari berbagai penelitian ini memberikan gambaran bahwa pemilihan metode dalam sistem pakar harus disesuaikan dengan kompleksitas data, kebutuhan pengguna, serta tujuan akhir dari sistem yang dikembangkan, baik dalam bidang kesehatan hewan maupun manusia.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

- Identifikasi Masalah Identifikasi masalah merupakan langkah awal penelitian yang berupaya menjelaskan permasalahan pada pendiagnosaan penyakit paru-paru anak.

- b. Pengumpulan Data Tahap ini menentukan kebutuhan data tentang gejala-gejala umum penyakit paru-paru anak dan solusinya kemudian diolah sesuai metode yang akan diterapkan
- c. Kajian Literatur Studi literatur merupakan langkah untuk mempelajari buku-buku, jurnal, artikel ilmiah, dan sumber-sumber lainnya yang berkaitan dengan penelitian ini.
- d. Analisa Data Tahap ini data yang terkumpul akan dianalisa secara sistematis dan disajikan dalam bentuk tabel kemudian membuat keputusan diagnosa penyakit paru-paru pada anak.
- e. Penerapan Algoritma Tahap ini untuk mendapat hasil dari masalah yang diteliti. Penelitian ini menggunakan algoritma Certainty Factor dan algoritma Teorema Bayes untuk mendapatkan hasil diagnosa penyakit paru-paru anak.
- f. Perbandingan Metode Tahap ini akan melakukan perbandingan hasil dari kedua metode yaitu metode Certainty Factor dan Teorema Bayes untuk mengukur tingkat keyakinan pakar. Perancangan Sistem Perancangan sistem merupakan proses hasil pengimplementasian metode kedalam sebuah aplikasi pendukung sistem pakar untuk mempermudah mendesain sistem. Perancangan sistem dilakukan dengan menggunakan Visual Basic Net (2008) 19
- g. Pengujian Sistem Pengujian sistem dilakukan untuk menentukan apakah hasil yang sudah dirancang siap digunakan untuk setiap kalangan dalam mendiagnosa penyakit paru-paru anak.
- h. Kesimpulan Kesimpulan merupakan hasil akhir dari penggunaan dan perbandingan kedua algoritma yang didapatkan sesuai dengan proses yang dilakukan setelah penelitian.

2.2 Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan merupakan ilmu yang mempelajari cara membuat suatu perangkat lunak komputer yang memiliki kecerdasan seperti yang dilakukan manusia. Kecerdasan buatan memiliki tujuan membuat komputer lebih pintar dan lebih berguna untuk membantu manusia memecahkan masalah dengan lebih efektif, efisien, dan teliti. Teknologi ini mampu membuat keputusan dengan cara menganalisis dan menggunakan data yang tersedia dalam sistem. Proses yang terjadi dalam kecerdasan buatan mencakup learning, reasoning, dan self-correction. Proses ini mirip dengan manusia yang melakukan analisis sebelum memberi keputusan[14].

2.3 Sistem Pakar

Sistem pakar (*Expert System*) adalah salah satu bagian dari kecerdasan buatan yang merupakan sebuah sistem komputer yang digunakan sebagai saran untuk menyelesaikan sebuah permasalahan dengan menyimpan pengetahuan para pakar ke komputer seperti layaknya seorang pakar[15]. Ada beberapa pertimbangan menggunakan sistem pakar. Dibawah ini Sebagian dari pertimbangan yang utama[16]:

1. Membantu melestarikan cagar alam pengetahuan dan keahlian pakar.
2. Jika keahlian adalah langka mahal atau tak terbatas.
3. Mudah digunakan walaupun bukan seorang ahli.

2.4 Metode Certainty Factor

Metode certainty factor (CF) merupakan suatu metode yang menyatakan kepercayaan dalam sebuah kejadian berdasarkan fakta, bukti dan penilaian pakar. Certainty Factor merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mengatasi ketidakpastian dalam ketidakpastian[17][18]. Ada beberapa istilah yang digunakan dalam metode Certainty Factor, yaitu[19]:

1. *Evidence*
Yaitu fakta/gejala yang mendukung hipotesa. Misal gejala penyakit
2. Hipotesa
Adalah hasil yang dicari atau didapat dari gejala-gejala. Misal penyakit.
3. CF[H, E]
Adalah Certainty Factor dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh (evidence) E.
 - a. Besarnya CF berkisar antara -1 sampai dengan 1.
 - b. Nilai -1 menunjukkan ketidakpercayaan mutlak sedangkan nilai 1 menunjukkan kepercayaan mutlak.
4. MB Adalah
Ukuran kenaikan kepercayaan (measure of increased belief), $0 \leq MB \leq 1$
5. MD
Adalah ukuran kenaikan ketidakpercayaan mutlak. (measure of increased disbelief), $0 \leq MD \leq 1$

Adapun rumusan dasar dari Certainty Factor adalah sebagai berikut:

$$C(H, E) = MB(H, E) - MD(H, E) \quad (1)$$

Keterangan:

H = Hipotesa

E = Evidence

CF(H,E) = Certainty Factor

MB(H,E) = Ukuran kepercayaan terhadap hipotesis h, jika diberikan evidence e (antara 0-1)

MD(H,E) = Ukuran ketidakpercayaan terhadap hipotesis h, jika diberikan evidence e (antara 0-1)

Jika ada kaidah selain yang termasuk dalam hipotesis yang sama tetapi berbeda dalam faktor kepastian, maka perhitungan faktor kepastian dari kaidah sama dihitung dari menggabungkan fungsi untuk faktor kepastian yang didefinisikan sebagai berikut:

- a. $CF1 + CF2(1 - CF1)$ Jika $CF1$ atau $CF2 > 0$
- b. $CF(CF1, CF2) = CF1 + CF2(1 - \min[CF1, CF2])$ Jika $CF1$ atau $CF2 < 0$
- c. $CF1 + CF2(1 - CF1)$ Jika $CF1$ atau $CF2 > 0$

Adapun langkah-langkah dalam metode Certainty Factor adalah sebagai berikut:

1. Mencari nilai CF untuk menentukan certainty factor
2. Mencari CFgejala dengan mengkalikan CFpakar dengan CFuser
3. Kombinasikan nilai CF dari masing-masing kaidah, dengan formula

$$CF_{combine} CF[H, E]_{1,2} = CF[H, E]_1 + CF[H, E]_2 * (1 - CF[H, E]_1) \quad (2)$$

4. Mencari berapa persentase yang telah didapat dari nilai CF yang telah didapat dengan formula

$$CF_{persentase} = CF_{combine} * 100\% \quad (3)$$

2.5 Metode Teorema Bayes

Teori Bayes merupakan kaidah yang memperbaiki atau merevisi suatu probabilitas dengan cara memanfaatkan informasi tambahan. Maksudnya, dari probabilitas awal (*prior probability*) yang belum diperbaiki yang dirumuskan berdasarkan informasi yang tersedia saat ini, kemudian dibentuklah probabilitas berikutnya (*posterior probability*). Teorema Bayes juga merupakan metode yang baik didalam mesin pembelajaran yang menggunakan probabilitas untuk 8 mendapatkan hasil keputusan dan informasi yang tepat. Teorema bayes dikenal juga dengan hukum Bayes atau aturan Bayes[20][21].

Teori bayes sudah banyak diterapkan dalam logika kedokteran modern yang berkenaan dengan probabilitas serta kemungkinan dari penyakit dan gejala-gejala yang berkaitan. Penggunaan metode Bayes memiliki keunggulan menyederhanakan dari cara klasik yang penuh integral untuk memperoleh model marginal. Adapun persamaan Teorema Bayes adalah sebagai berikut[22]:

$$P(H|E) = \frac{P(H|E)*P(H)}{P(E)} \quad (4)$$

Keterangan:

- P(H|E) = Probabilitas hipotesis H benar jika diberikan evidence E
- P(E|H) = Probabilitas munculnya evidence E jika diketahui hipotesis
- P(H) = Probabilitas Hipotesa H (menurut hasil sebelumnya) tanpa memandang evidence apapun
- P(E) = Probabilitas evidence E Jika evidence tunggal E dan hipotesis ganda H1, H2, H3,...Hn, maka bentuk Teorema Bayes adalah persamaan 5:

$$(Hi|E) = \frac{p(E|Hi)*p(Hi)}{\sum_{k=1}^n p(E|Hk)*p(Hk)} \quad (5)$$

Dengan:

- P(Hi|E) = Probabilitas hipotesa Hi benar jika diberikan evidence E
- P(E|Hi) = Probabilitas munculnya evidence E, jika diketahui hipotesus Hi benar
- P(Hi) = Probabilitas hipotesis Hi (menurut hasil sebelumnya) tanpa memandang evidence apapun
- n = Jumlah hipotesa yang mungkin

Langkah-langkah:

1. Menentukan nilai probabilitas kemudian jumlahkan hipotesa Berdasarkan data sampel baru yang bersumber dari tabel.
2. Bagikan nilai probabilitas evidence awal dengan hasil penjumlahan probabilitas berdasarkan data sampel baru untuk menentukan nilai probabilitas hipotesa H tanpa memandang evidence.
3. Mencari probabilitas hipotesis memandang evidence dengan mengalikan nilai probabilitas evidence awal dengan nilai probabilitas hipotesis tanpa memandang evidence kemudian menjumlahkan hasil perkalian bagi masingmasing.
4. Nilai bayes dicari dari metode Teorema Bayes dengan mengalikan nilai probabilitas evidence awal atau P(E|Hi) dengan nilai hipotesa Hi benar jika diberikan evidence E atau P(Hi|E) dan menjumlahkan perkalian.
5. Mencari nilai bayes.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa yang akan dilakukan dalam proses cara kerja dari metode Certainty Factor dan Teorema Bayes mengarah pada mendiagnosa penyakit paru-paru anak. Analisa perbandingan dari kedua metode ini dilakukan karena dilatarbelakangi dari masalah dunia medis dimana adanya ketidak seimbangan antara pasien dan dokter. Sebagian dari masyarakat juga kurang memahami tentang gejala-gejala pada penyakit yang dialami serta cara penanganan atau pemberian solusi lebih awal yang akan dilakukan pada penyakit tersebut. Berdasarkan permasalahan tersebut metode Certainty Factor dan metode

Teorem Bayes akan dianalisa dan ditentukan metode manakah yang cara kerja atau proses diagnosanya memiliki hasil presentase validasi tertinggi sehingga dari analisa yang diperoleh dapat dijadikan acuan untuk mendiagnosa penyakit paru-paru pada anak serta dapat memberikan solusi yang tepat pada saat pendiagnosaan. Aplikasi perlu digunakan untuk menganalisa cara kerja dari kedua metode sehingga menghasilkan proses pendiagnosaan dari setiap metode. Aplikasi yang dirancang yaitu aplikasi berbasis desktop. Microsoft visual Basic Net 2008 merupakan tools yang akan digunakan sebagai alat bantu dalam design dan source code. Manfaat yang diperoleh dalam menganalisa perbandingan dari kedua metode tersebut ialah mempermudah memahami bagaimana proses diagnosa yang dilakukan dan bagaimana presentase validasi yang dilakukan dari metode tersebut dalam melakukan diagnosa. Proses Analisa dignosa penyakit memasukkan data jenis penyakit, data gejala, data hubungan gejala dan penyakit, serta data sampel kasus. penyakit yang akan dianalisa adalah penyakit paru-paru anak.

1. Data Jenis Penyakit

Daftar nama penyakit yang dibahas dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1 ini dimana setiap penyakit akan diberi kode.

Tabel 1. Data Penyakit

No	Kode Penyakit	Nama Penyakit
1	P001	Tuberculosis
2	P002	Bronchitis
3	P003	Pneumonia

2. Data Gejala

Data gejala yang akan digunakan dalam mendiagnosa penyakit paru-paru anak ini berjumlah 14 gejala. Adapun data-data gejala tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2. Data Gejala

Kode Gejala	Nama Gejala
G01	Demam
G02	Batuk
G03	Nyeri Dada
G04	Batuk darah
G05	Suara nafas tambahan (mengi)
G06	Nafsu makan menghilang
G07	Sesak nafas
G08	Sakit tenggorokan
G09	Nafas tambahan (Ronchi)
G10	Kesulitan saat inspirasi
G11	Mual dan muntah
G12	Diare
G13	Sulit bicara, makan atau tidur akibat sesak nafas
G14	Nyeri perut
G15	Nyeri ulu hati

3. Hubungan Gejala dan Penyakit

Setelah didapatnya basis pengetahuan berupa gejala dan penyakit pada paruparu anak, maka dapat dibuat basis pengetahuan berupa hubungan antara gejala dan penyakit. Basis pengetahuan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan Gejala dan Penyakit

Kode Gejala (G)	Kode Penyakit (P)		
	P001	P002	P002
G01	√		√
G02	√	√	√
G03	√	√	
G04	√		
G05	√		
G06	√		√
G07	√		√
G08		√	√
G09		√	
G10		√	

Kode Gejala (G)	Kode Penyakit (P)		
	P001	P002	P003
G11		√	√
G12			√
G13		√	
G14			√
G15			√

4. Rule pada pakar

Rule pada pakar digunakan untuk menghasilkan suatu keputusan hasil diagnosa yang disusun dengan aturan-aturan yang akan diterapkan. Ada 3 rule yang akan diterapkan untuk menghasilkan keputusan atau hasil diagnosa berupa jenis penyakit yang diderita pasien sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 4:

Tabel 4. Rule Pada Pakar

No	Rule
1	IF G01, G02, G03, G04, G05, G06, G07 THEN P001
2	IF G02, G03, G08, G09, G10, G13 THEN P002
3	IF G02, G05, G06, G07, G08, G11, G14 THEN P003

3.1 Penerapan Metode Certainty Factor

Penggunaan certainty factor guna menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap masalah yang terjadi. Salah satu cara dalam mendapatkan tingkat keyakinan adalah dengan membuat nilai CF (Rule) seperti pada Tabel 5:

Tabel 5. Nilai Kepastian (Interpretasi Nilai)

No	Terminologi Kepastian	CF
1	Sangat Yakin	1.0
2	Yakin	0.8
3	Cukup Yakin	0.6
4	Sedikit Yakin	0.4
5	Tidak Tahu	0.2
6	Tidak	0

Contoh kasus seorang pasien mengalami gejala demam (G1), batuk berdarah (G2), Sakit tenggorokan(G8). Langkah-langkah dalam perhitungan certainty factor adalah sebagai berikut:

1. Menelusuri rule-rule yang ada

Rule 1: IF de man AND batuk berdarah THEN Tuberculosis

Rule 2: IF batuk berdarah AND sakit tenggorokan THEN Bronkitis

Rule 3: IF de mam, batuk berdarah AND sakit tenggorokan Then Pneumonia

2. Menentukan nilai CF untuk masing-masing gejala

Tabel 6. CF Gejala

Kode	Gejala	Nilai Kepastian Pakar	Nilai Kepastian User
G1	Demam	0,2	0,4
G2	Batuk berdarah	0,5	0,2
G8	Sakit tenggorokan	0,4	0,2

3. Mengkalikan CF pakar[h] dan CF user[E] untuk mencari CF gejala,dengan G1= 0,2, G2=0,5, G8= 0,4, maka:

$$G1 = CF[H] * CF[E] = 0,2 * 0,4 = 0,8$$

$$G2 = CF[H] * CF[E] = 0,5 * 0,2 = 0,1$$

$$G8 = CF[H] * CF[E] = 0,4 * 0,2 = 0,8$$

4. Melakukan perhitungan dengan menggunakan metode certainty factor:

a. Tuberculosis

$$G1 \text{ dan } G2 = CF[H, E]1 + CF[H, E]2 - [1 - CF[H, E]1] = 0,8 + 0,1 * (1 - 0,8) = 0,82$$

b. Bronkitis

$$G2 \text{ dan } G8 = CF[H, E]1 + CF[H, E]2 - [1 - CF[H, E]1] = 0,1 + 0,8 * (1 - 0,1) = 0,82 = 82 \%$$

c. Pneumonia

$$G1 \text{ dan } G2 = CF[H,E]1 + CF[H,E]2 - (1 - CF[H,E]1) = 0,8 + 0,15 * (1 - 0,8) = 0,83$$

$$CF[H,E]old = 83 \%$$

$$Cf \text{ kombinasi} = CF[H,E]old + CF[H,E]3 - [1 - CF[H,E]old] = 0,82 + 0,8 * (1 - 0,82) = 0,964 = 96,4 \%$$

5. Kesimpulan Perhitungan

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan certainty factor disimpulkan bahwa pasien mengalami penyakit pneumonia karena memiliki nilai presentase 0,964 atau 96,4 %.

3.2 Penerepan Metode Teorema Bayes

Langkah-langkah dalam perhitungan teorema bayes adalah sebagai berikut:

1. Menelusuri rule-rule yang ada

Rule 1: IF demam AND batuk berdarah THEN Tuberculosis

Rule 2: IF batuk berdarah AND sakit tenggorokan THEN Bronkitis

Rule 3: IF demam, batuk berdarah AND sakit tenggorokan Then Pneumonia

2. Menentukan gejala atau evidence yang akan dihitung

$$G1 = E1 = 0,4 = P(E|H1)$$

$$G2 = E2 = 0,2 = P(E|H2)$$

$$G3 = E3 = 0,2 = P(E|H3)$$

3. Mencari nilai semesta dengan menjumlahkan dari evidence diatas:

$$G1 + G2 + G3 = H1 + H2 + H3 = 0,4 + 0,2 + 0,2 = 0,8$$

4. Mencari nilai probabilitas hipotesa H dengan membagi nilai probabilitas dari evidence awal dengan hasil jumlah probabilitas.

a. Tuberculosis

$$G1 = P(H1) P(E|H1) = \frac{0,4}{0,8} = 0,5$$

$$G2 = P(H2) P(E|H2) = \frac{0,2}{0,8} = 0,25$$

b. Bronkitis

$$G2 = P(H1) P(E|H1) = \frac{0,2}{0,8} = 0,25$$

$$G3 = P(H2) P(E|H2) = \frac{0,2}{0,8} = 0,25$$

c. Pneumonia

$$G1 = P(H1) P(E|H1) = \frac{0,4}{0,8} = 0,5$$

$$G2 = P(H2) P(E|H2) = \frac{0,2}{0,8} = 0,25$$

$$G3 = P(H3) P(E|H3) = \frac{0,2}{0,8} = 0,25$$

5. Mencari nilai probabilitas hipotesis H tanpa memandang evidence apapun $\sum_{k=1}^n P(Hk) * P(E|Hk)$

a. Tuberculosis

$$P(Hk) * P(E|Hk) = 0,4 * 0,5 + 0,2 * 0,25 = 0,2 + 0,05 = 0,25$$

b. Bronkitis

$$P(Hk) * P(E|Hk) = 0,2 * 0,25 + 0,2 * 0,25 = 0,05 + 0,05 = 0,1$$

c. Pneumonia

$$P(Hk) * P(E|Hk) = 0,4 * 0,5 + 0,2 * 0,25 + 0,2 * 0,25 = 0,2 + 0,05 + 0,05 = 0,3$$

6. Mencari nilai P(Hi/E) atau probabilitas hipotesa Hi benar jika diberikan evidence E

a. Tuberculosis

$$G1 = P(H/E) = \frac{0,4 * 0,5}{0,25} = 0,8$$

$$G2 = P(H2/E) = \frac{0,2 * 0,25}{0,25} = 0,2$$

b. Bronkitis

$$G2 = P(H/E) = \frac{0,2 \cdot 0,25}{0,1} = 0,5$$

$$G8 = P(H2|E) = \frac{0,2 \cdot 0,25}{0,1} = 0,5$$

c. Pneumonia

$$G1 = P(H/E) = \frac{0,4 \cdot 0,5}{0,3} = 0,66$$

$$G2 = P(H2|E) = \frac{0,2 \cdot 0,25}{0,3} = 0,166$$

$$G8 = P(H3|E) = \frac{0,2 \cdot 0,25}{0,3} = 0,166$$

7. Mengalikan nilai probabilitas evidence awal dengan nilai hipotesa $P(H_i|E)$ dan menjumlahkan semua hasil perkalian untuk menentukan nilai bayes.

a. Tuberculosis

$$\sum Bayes = (0,4 * 0,8) + (0,2 * 0,2) = 0,32 + 0,04 = 0,36 = 36 \%$$

b. Bronkitis

$$\sum Bayes = (0,2 * 0,5) + (0,2 * 0,5) = 0,1 + 0,1 = 0,2 = 20 \%$$

c. Pneumonia

$$\sum Bayes = 0,4 * 0,66 + 0,2 * 0,166 + 0,2 * 0,166 = 0,264 + 0,0332 + 0,0332 = 0,3304 = 33,04 \%$$

8. Kesimpulan perhitungan

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan teorema bayes disimpulkan bahwa pasien mengalami penyakit tuberculosis karena memiliki nilai presentase 0,36 atau 36 %.

3.3 Hasil Perbandingan Metode

Setelah melakukan perhitungan dengan menggunakan metode Certainty Factor dan Teorema Bayes, untuk contoh kasus baru maka di dapatkan kesimpulan perbandingan metode seperti yang terdapat pada Tabel 7 berikut ini:

Tabel 7. Hasil Perbandingan Metode

Gejala	Diagnosa Pakar	Hasil Diagosa			
		Certainty Factor		Teorema Bayes	
		Jenis Penyakit Paru-paru Anak	Nilai Akurasi	Jenis Penyakit Paru-paru Anak	Nilai Akurasi
Demam (G1), Batuk (G2), Sakit Tenggorokan (G8)	Pneumonia	Tuberculosis	82%	Tuberculosis	36%
		Bronkitis	83%	Bronkitis	20%
		Pneumonia	96,4%	Pneumonia	33,04%

Langkah berikutnya adalah menentukan metode mana yang paling tepat dan baik untuk melakukan pendiagnosaan penyakit Paru-paru Anak berdasarkan data dari hasil perhitungan metode Certainty Factor dan Teorema Bayes, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada perhitungan yang sudah dilakukan dengan menggunakan 3 gejala, maka jenis penyakit paru-paru anak yang terpilih adalah penyakit pneumonia dengan nilai akurasi 96,4 % dan metode Teorema Bayes didapatkan hasil jenis penyakit tuberculosis dengan nilai akurasi 36 %. Dari hasil perhitungan tersebut maka metode Certainty Factor adalah metode yang memiliki nilai akurasi tertinggi dibandingkan metode Teorema Bayes.
2. Sesuai dengan ilmu kepakaran bahwa satu penyakit tidak dapat ditetapkan dengan satu gejala atau dengan kata lain nilai probabilitasnya rendah dan semakin banyak gejala-gejala yang diderita maka semakin tinggi kemungkinan terdiagnosanya penyakit dengan nilai probabilitas yang tinggi. Oleh karena itu dalam mengidentifikasi penyakit paru-paru anak, metode certainty factor dan teorema bayes memiliki kesamaan dimana semakin banyak gejala semakin tinggi nilai probabilitas penyakitnya. Akan tetapi nilai probabilitas dari metode teorema bayes lebih rendah dibanding certainty factor, sehingga metode certainty factor merupakan metode yang tepat dan baik untuk mendiagnosa penyakit paru-paru anak.

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan pada bab-bab sebelumnya, maka penulis mengambil kesimpulan bahwa berdasarkan proses perhitungan yang dilakukan mendapatkan nilai persentase validasi dari metode certainty factor dengan nilai akurasi 96,4 % dan teorema bayes dengan nilai akurasi 36 %. Analisis perbandingan kedua metode menggunakan hasil perhitungannya yang pembandingan dimana metode certainty factor memiliki hasil akurasi lebih tinggi dibandingkan metode teorema bayes maka prioritas keputusan yang mendapat rangking pertama ialah metode certainty factor. Perancangan 56system berhasil digunakan dengan tools Microsoft visual basic 2010 express untuk analisis perbandingan metode certainty factor dan teorema bayes.

REFERENCES

- [1] S. R. Maulana, L. Affandi, and M. Haniah, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Paru-Paru Menggunakan Metode Case Based Reasoning," *Jurnal Informatika Polinema*, vol. 9, no. 2, pp. 193–200, 2023, doi: 10.33795/jip.v9i2.1225.
- [2] A. Desiani *et al.*, "Perbandingan Klasifikasi Penyakit Kanker Paru-Paru Menggunakan Support Vector Machine Dan K-Nearest Neighbor," *Jurnal PROCESSOR*, vol. 18, no. 1, 2023, doi: 10.33998/processor.2023.18.1.700.
- [3] A. Buchori, S. Khotijah, and A. S. Ramdan, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Paru-Paru Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier Berbasis Java," *Seminar Nasional Riset dan Inovasi Teknologi (SEMNAS RISTEK)*, vol. 6, no. 1, 2022, doi: 10.30998/semnasristek.v6i1.5645.
- [4] A. M. T. I. S. Ua, E. S. K. Marpaung, J. Ong, M. Savinka, P. Nurhaliza, and R. Y. Ningsih, "Penggunaan bahasa pemrograman Python dalam analisis faktor penyebab kanker paru-paru," *Jurnal Publikasi Teknik Informatika*, vol. 2, no. 2, pp. 88–99, 2023, doi: 10.55606/jupti.v2i2.1742.
- [5] M. A. R. Wahid, A. Nugroho, and A. H. Anshor, "Prediksi Penyakit Kanker Paru-Paru Dengan Algoritma Regresi Linier," *Bulletin of Information Technology (BIT)*, vol. 4, no. 1, pp. 63–74, 2023, doi: 10.47065/bit.v4i1.501.
- [6] E. S. Susanto, H. Herfandi, and M. Rizky, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Asam Lambung," *Jurnal Mnemonic*, vol. 5, no. 2, pp. 184–190, 2022, doi: 10.36040/mnemonic.v5i2.5192.
- [7] M. Syahputra, "Sistem pakar mendiagnosa penyakit ensefalitis menggunakan metode Dempster Shafer," *Jurnal SANTI-Sistem Informasi dan Teknik Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2022, doi: 10.58794/santi.v2i1.39.
- [8] L. D. Ajisari and P. T. Prasetyaningrum, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kardiovaskular Menggunakan Metode Certainty Factor," *Journal of Computer and Information Systems Ampera*, vol. 5, no. 2, pp. 121–137, 2024, doi: 10.51519/journalcisa.v5i1.471.
- [9] R. Risdiana, H. Manurung, and M. Simanjuntak, "Penerapan Metode Teorema Bayes untuk Memprediksi Penyakit Tifus," *Saturnus: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 4, pp. 307–316, 2024, doi: 10.61132/saturnus.v2i4.365.
- [10] M. Ramadhan, Z. Lubis, A. Pranata, N. B. Nugroho, and K. Erwansyah, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mata Pada Anjing Dengan Menggunakan Metode Teorema Bayes," *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Sistem Komputer TGD*, vol. 6, no. 1, pp. 257–265, 2023, doi: 10.53513/jsk.v6i1.7459.
- [11] G. C. A. Saputra and H. Hartatik, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Burung Merpati Dengan Metode Certainty Factor," *Journal Automation Computer Information System*, vol. 3, no. 2, pp. 81–91, 2023, doi: 10.47134/jacis.v3i2.58.
- [12] P. T. Prasetyaningrum, M. Akbar, A. S. Purnomo, I. Pratama, and I. Suharjo, "Implementasi Metode Certainty Factor dan Bayesian dalam Sistem Pakar Diagnosa Inkontinensia Urine Lansia," *TAMIKA: Jurnal Tugas Akhir Manajemen Informatika & Komputerisasi Akuntansi*, vol. 4, no. 2 (SEMNASTIK), pp. 191–199, 2024, doi: 10.46880/tamika.Vol4No2(SEMNASTIK).pp191-199.
- [13] Y. Rahmi, "Analisa Perbandingan Metode Certainty Factor dan Teorema Bayes untuk Mendiagnosa Penyakit Cacar Ular," *Bulletin of Information System Research*, vol. 2, no. 3, pp. 114–122, 2024, doi: 10.62866/bios.v2i3.163.
- [14] J. Pratama, F. Fauziah, and I. D. Sholihati, "Metode K-Nearest Neighbor Dan Naive Bayes Dalam Menentukan Status Gizi Balita," *Brahmana: Jurnal Penerapan Kecerdasan Buatan*, vol. 4, no. 2, pp. 214–221, 2023, doi: 10.30645/brahmana.v4i2.197.g196.
- [15] S. N. Arif, M. Syahril, S. Kusnasari, and H. Winata, "Sistem Pakar Mendiagnosa Kerusakan Handphone Oppo Dengan Menggunakan Teorema Bayes," *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Sistem Komputer TGD*, vol. 4, no. 1, pp. 112–126, 2021, doi: 10.53513/jsk.v4i1.2626.
- [16] H. Syahputra, "Perancangan Aplikasi Sistem Pakar Untuk Pengobatan Bekam Dengan Metode Dempster Shafer," *Jurnal Sains Informatika Terapan*, vol. 2, no. 3, pp. 74–78, 2023, doi: 10.62357/jsit.v2i3.187.
- [17] H. Syahputra and D. M. Syafindy, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Hepatitis Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor," *Jurnal Sains Informatika Terapan*, vol. 2, no. 1, pp. 45–50, 2023, doi: 10.62357/jsit.v2i1.186.
- [18] R. S. Putra and Y. Yuhandri, "Sistem Pakar dalam Menganalisis Gangguan Jiwa Menggunakan Metode Certainty Factor," *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, vol. 3, no. 4, pp. 227–232, 2021, doi: 10.37034/jsisfotek.v3i4.70.
- [19] M. H. Lubis, D. Martina, and I. Iskandar, "SISTEM PAKAR PENYAKIT PADA TANAMAN SEMANGKA DENGAN METODE CERTAINTY FACTOR," *JOURNAL OF SCIENCE AND SOCIAL RESEARCH*, vol. 8, no. 1, pp. 270–275, 2025, doi: 10.54314/jssr.v8i1.2703.
- [20] H. Hafizah, "Sistem Pakar Untuk Pendiagnosaan Karies Gigi Menggunakan Teorema Bayes," *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD*, vol. 4, no. 1, pp. 103–111, 2021, doi: 10.53513/jsk.v4i1.2625.
- [21] N. Purnomo, R. M. Suri, D. Yuliana, and M. Rasyid, "Sistem Pakar Identifikasi Penyakit Kulit Melanoma dengan Metode Teorema Bayes," *Jurnal KomtekInfo*, vol. 10, no. 2, pp. 56–63, 2023, doi: 10.35134/komtekinfo.v10i2.368.
- [22] B. Sapriatin and F. A. Sianturi, "Penerapan Teorema Bayes Mendeteksi Stunting pada Balita," *Jurnal Media Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 24–37, 2021, doi: 10.55338/jumin.v3i1%20Desember.203.