

MEMBANGUN APLIKASI SISTEM PAKAR MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTORY DALAM MENDIAGNOSA TUBERCULOSIS STUDI KASUS DI PUSKESMAS PALMERAH

Leodionis^{1*}, Nenden Siti Fatonah²

¹²Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Esa Unggul, Indonesia

Email: leodionis182@student.esaunggul.ac.id^{1*}, nenden.siti@esaunggul.ac.id²

Abstrak: Kesalahan dalam mendiagnosis penyakit dapat menyebabkan penanganan yang tidak tepat dan berujung pada kematian. Oleh karena itu, hasil diagnosis perlu disertai dengan tingkat keyakinan yang dapat dipercaya. Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, banyak dampak positif yang dirasakan dalam kehidupan manusia, termasuk dalam bidang kesehatan. Salah satunya adalah sistem pakar yang memungkinkan pengetahuan seorang ahli dipindahkan ke dalam aplikasi komputer, yang memudahkan dan mempercepat proses pemberian informasi terkait gangguan atau penyakit pada manusia. Metode pengembangan yang digunakan dalam pembuatan sistem pakar ini adalah metode inferensi *certainty factor*. Dalam penelitian ini, sistem *certainty factor* digunakan untuk memberikan informasi mengenai penyakit Tuberkulosis (TB) berdasarkan fakta-fakta yang dikumpulkan dari wawancara dengan dokter spesialis, dokter umum, serta sumber-sumber lain seperti internet dan buku referensi. Diharapkan, Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosa sistem dengan hasil diagnosa dokter, hasil penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi sebesar 85%. Dengan demikian, sistem ini dapat meningkatkan efisiensi tenaga medis dalam mendeteksi TB secara lebih cepat dan berbasis data yang terstruktur.

Kata Kunci : Sistem pakar, Tuberculosis, Certainty Factory

Abstract: Errors in diagnosing diseases can lead to improper treatment, which may result in death. Therefore, the diagnosis should be accompanied by a confidence level that can be trusted. With the rapid development of technology, there have been many positive impacts on human life, including in the healthcare sector. One such impact is the expert system, which allows the knowledge of an expert to be transferred into a computer application, making it easier and faster to provide information about disorders or diseases in humans. The development method used in creating this expert system is the certainty factor inference method. In this study, the certainty factor system is used to provide information about Tuberculosis (TB) based on facts collected from interviews with specialists, general practitioners, as well as other sources such as the internet and reference books. The evaluation was conducted by comparing the system's diagnosis results with the doctor's diagnosis results. The findings of this study indicate an accuracy rate of 85%. Thus, this system can enhance the efficiency of medical personnel in detecting TB more quickly and based on structured data.

Keywords : Expert system, Tuberculosis, Certainty Factory

PENDAHULUAN

Tuberculosis (TBC) adalah salah satu penyakit menular yang menjadi masalah kesehatan global dan memiliki dampak besar, khususnya di negara-negara berkembang seperti Indonesia. Data dari World Health Organization (WHO) menyebutkan bahwa TBC adalah penyebab utama kematian yang dapat dicegah melalui diagnosis dini dan pengobatan yang tepat. Penanganan TBC yang efektif tidak hanya memerlukan tenaga medis yang berpengalaman, tetapi juga alat bantu diagnosis yang dapat mempercepat dan meningkatkan akurasi keputusan klinis[1].

Di Indonesia, prevalensi TBC tetap tinggi meskipun telah ada berbagai upaya penanggulangan. Puskesmas Palmerah, yang melayani sekitar 20–30 pasien per bulan dengan dugaan TBC, menjadi contoh nyata tantangan dalam proses diagnosis manual yang memakan waktu lama dan berpotensi menimbulkan kesalahan. Hal ini menunjukkan perlunya solusi teknologi untuk mendukung proses diagnosa secara lebih efisien dan akurat.

Sistem pakar merupakan salah satu aplikasi kecerdasan buatan yang dirancang untuk membantu tenaga medis dalam proses pengambilan keputusan[2]. Dengan memanfaatkan metode Certainty Factor (CF), sistem dapat menghitung tingkat keyakinan berdasarkan gejala yang diberikan pengguna, sehingga menghasilkan diagnosis yang lebih terukur[3]. Certainty Factory adalah pendekatan matematis yang digunakan untuk menangani ketidakpastian dalam pengambilan keputusan, menjadikannya sangat relevan untuk aplikasi medis[4], peneliti menggunakan metode Certainty Factory dikarenakan metode Certainty Factory lebih sederhana dalam implementasi dibandingkan dengan pendekatan lain seperti Bayesian Network atau Artificial Neural Network, yang membutuhkan dataset besar dan proses perhitungan yang lebih kompleks[5]. Dengan menggunakan Certainty Factory, sistem dapat memberikan estimasi diagnosis yang cepat dan cukup akurat, karena nilai-nilai CF telah ditentukan berdasarkan hasil wawancara langsung dengan dokter sebagai sumber pengetahuan pakar, sehingga dapat membantu tenaga medis dalam mendeteksi TB sejak dini serta memberikan rekomendasi tindakan awal yang tepat kepada pasien.

Pengembangan aplikasi berbasis sistem pakar ini menggunakan teknologi PHP dan MySQL, yang dikenal sebagai platform andal untuk membangun aplikasi web. Sistem ini dirancang tidak hanya untuk digunakan oleh tenaga medis di Puskesmas, tetapi juga memiliki potensi untuk diadopsi secara luas oleh masyarakat sebagai alat pra-diagnosis yang dapat memberikan informasi awal sebelum konsultasi dengan dokter[6]. Penelitian ini juga mengintegrasikan wawasan medis dari dokter spesialis, referensi literatur, dan wawancara lapangan untuk memastikan bahwa sistem memiliki basis pengetahuan yang akurat dan relevan.

Dengan pendekatan ini, penelitian bertujuan untuk menjawab dua pertanyaan utama bagaimana sistem pakar berbasis Certainty Factory dapat membantu dalam mendiagnosa TBC secara lebih cepat dan akurat, serta bagaimana mengukur efektivitas sistem ini dalam praktik nyata[6]. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi layanan kesehatan, khususnya dalam menangani kasus TBC.

LANDASAN TEORI

Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan aplikasi komputer yang dirancang untuk membantu dalam pengambilan keputusan atau menyelesaikan masalah dengan cara yang menyerupai pola pikir seorang ahli[7]. Ahli di sini adalah individu dengan pengetahuan khusus yang mampu menangani permasalahan yang sulit dipecahkan oleh orang biasa[8]. Sebagai contoh, seorang dokter memiliki kemampuan untuk mendiagnosis penyakit tertentu dan memberikan solusi untuk mengatasinya[9]. Sistem pakar terdiri dari dua komponen utama, yaitu basis pengetahuan dan mesin inferensi[10].

Certainty Factory

Perhitungan sistem menggunakan Algoritma Certainty Factor adalah metode yang digunakan untuk mengukur ketidakpastian dalam pemikiran seorang pakar[11]. Metode ini digunakan untuk merepresentasikan tingkat keyakinan seorang pakar melalui penerapan faktor kepastian[12]. Proses penghitungan Certainty Factor dimulai dengan memecah relasi yang memiliki beberapa indikator menjadi relasi dengan indikator tunggal[13]. Setelah itu, setiap relasi dihitung nilai Certainty Factor-nya menggunakan persamaan.

Gejala Tuberculosis

Berikut ini adalah tanda-tanda dari penyakit TBC :

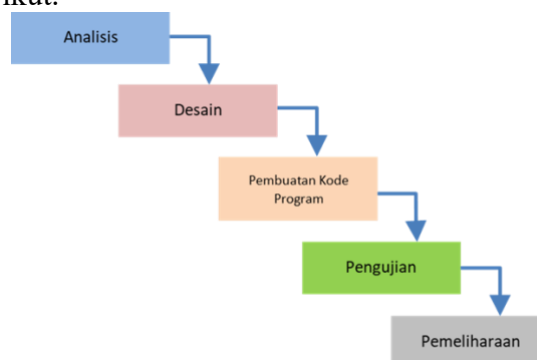
- Batuk yang disertai dengan dahak selama 2 minggu.
- Banyak penderita yang mengalami kesulitan bernafas karena adanya dahak di saluran pernafasan.
- Penderita juga akan merasakan sesak di dada.
- Demam yang muncul pada siang atau sore hari, serta keringat berlebihan pada malam hari.
- Dahak yang dikeluarkan berwarna putih dan dapat bercampur dengan darah.

Pengobatan Tuberculosis

Pengobatan TBC, apabila dideteksi sejak dini, sebenarnya tidak terlalu mahal dan mudah untuk disembuhkan karena obatnya telah disediakan oleh pemerintah. Berikut ini adalah cara pengobatannya : kdt (kombinasi dosis tetap) rdc minimal 6 bulan selama setiap hari terdiri dari 2 fase 2 bulan pertama fase awal 4 bulan fase lanjutan , 2 fase awal diminum setiap hari obat yg diminum rhze, tidak ada , fase lanjutan 4 bulan minum obat setiap hari obat rh

METODE

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pakar yang dapat mendiagnosis penyakit tuberculosis pada manusia menggunakan metode certainty factor. Pengembangan sistem dilakukan dengan pendekatan waterfall[14], yaitu metode pengembangan perangkat lunak yang dilakukan secara terstruktur dan bertahap[15]. Setiap proses mengalir secara berurutan dari satu tahap ke tahap berikutnya, menyerupai aliran air terjun, sebagaimana dijelaskan dalam ilustrasi pada gambar berikut.



Gambar 1. Metode Waterfall

Analisis

Pada fase ini, peneliti menganalisis gejala penyakit, jenis penyakit, dan data pengobatan melalui serangkaian wawancara dengan dokter dan pasien, serta survei terhadap pasien yang menderita penyakit paru-paru dan gangguan pernapasan untuk mendapatkan wawasan yang lebih mendalam di bidang kesehatan. Pengumpulan data dilakukan dengan cermat dan menggunakan metode certainty factory untuk memastikan aplikasi yang dikembangkan

memiliki fokus yang jelas, sehingga dapat memberikan hasil yang optimal. Data yang dikumpulkan mencakup:

- **Studi Pustaka**
Sumber referensi penulis gunakan adalah buku kedokteran dan internet.
- **Wawancara**
penulis melakukan wawancara terstruktur dengan dr. Maria Patricia Abadi Selama wawancara tersebut, peneliti berhasil mengumpulkan berbagai data terkait jenis penyakit, gejala, dan penanganannya dalam konteks masalah kesehatan dan pelayanan penyakit tuberculosis.
- **Observasi**
penulis melakukan observasi langsung di Puskesmas Palmerah untuk memahami proses diagnosa tuberculosis yang dilakukan oleh tenaga medis. Observasi dilakukan dengan mengamati alur kerja pencatatan gejala pasien, prosedur analisis data oleh dokter, pemberian rekomendasi pengobatan, serta melakukan tanya jawab ke pasien yang mengidap tuberculosis. Peneliti juga mencatat kendala yang dihadapi, seperti waktu yang dibutuhkan dalam proses manual dan potensi kesalahan pencatatan. Hasil observasi ini memberikan wawasan mendalam mengenai kebutuhan sistem pakar yang efisien untuk membantu diagnosa penyakit tuberculosis.

Desain

Pada fase ini, dilakukan pembahasan mengenai perancangan desain model sistem yaitu untuk menggambarkan sistem yang sudah ada yaitu menggunakan use case diagram, activity diagram untuk memahami alur kerja secara menyeluruh dari sistem. Dalam proses perancangan, penentuan desain input dan output juga ditetapkan dengan teliti.

Pembuatan Kode Program

Pada tahap ini, akan dijelaskan secara rinci mengenai proses pembuatan sistem secara bertahap. Dimulai dengan pembuatan database menggunakan MYSQL versi 8.2.4, kemudian dilanjutkan dengan desain tampilan menu dan formulir input yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Langkah berikutnya adalah mengimplementasikan kode PHP ke dalam program yang telah dirancang.

Pengujian

Pada tahap ini, pengujian perangkat lunak dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat lunak yang dikembangkan sesuai dengan desainnya dan seluruh fungsinya dapat beroperasi tanpa kesalahan. Pengujian perangkat lunak umumnya mencakup pengujian internal yang dilakukan oleh peneliti. Peneliti harus memastikan bahwa kerangka kerja atau skenario pengujian perangkat lunak disusun secara komprehensif, mencakup seluruh proses, kebutuhan, dan pengendalian yang telah ditentukan dalam dokumen analisis kebutuhan dan desain sistem.

Pemeliharaan

Pada tahap ini website ini akan dihosting pada server yang andal untuk memastikan aksesibilitas, kinerja optimal, dan keamanan bagi pengguna. Dengan adanya pemeliharaan yang berkelanjutan, diharapkan sistem dapat beroperasi dengan baik dalam jangka panjang serta memberikan pengalaman terbaik bagi pengguna.

Certainnty Factory

Pada tahap ini, digunakan metode Certainty Factor (CF) untuk menentukan tingkat kepastian dalam proses diagnosis berdasarkan gejala-gejala yang teridentifikasi. Setiap gejala memiliki nilai MB (Measure of Belief) dan MD (Measure of Disbelief) yang digunakan untuk menghitung tingkat kepercayaan dari suatu diagnosa
Certainty Factor didefinisikan sebagai berikut :

$$CF(H, E) = MB(H, E) - MD(H, E)$$

Keterangan:

CF[h,e] = Faktor Kepastian

MB[h,e] = Ukuran kepercayaan/tingkat keyakinan terhadap hipotesis h, jika diberikan/dipengaruhi evidence e (antara 0 dan 1)

MD[h,e] = Ukuran ketidakpercayaan/tingkat ketidakyakinan terhadap hipotesis h, Jika diberikan/dipengaruhi evidence e (antara 0 dan 1)

Nilai certainty factor didapat dari interpretasi term sebagai berikut

Tabel 1. Nilai Certainnty Factory

Uncertain Term	CF
Pasti Tidak	-1.0
Hampir Pasti Tidak	-0.8
Kemungkinan Besar Tidak	-0.6
Mungkin Tidak	-0.4
Tidak Tahu	-0.2 to 0.2
Mungkin	0.4
Kemungkinan Besar	0.6
Hampir Pasti	0.8
Pasti	1.0

$$CF_{combine} = CF1 + CF2 \times (1 - |CF1|)$$

CF1 = Certainty Factor dari fakta atau aturan pertama

CF2 = Certainty Factor dari fakta atau aturan kedua

|CF1| = Nilai absolut dari CF1

CFcombine = Certainty Factor hasil kombinasi antara CF1 dan CF2

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini terdapat empat jenis yaitu hasil perolehan data, hasil implementasi sistem, hasil pengujian dengan menggunakan Black Box, dan hasil evaluasi uji coba

Hasil Perolehan Data

Pada **tabel 1** menjelaskan mengenai pengetahuan yang diketahui mengenai tuberculosis dengan melakukan observasi dan wawancara dengan dokter berikut ini hasil dari pengetahuan certainty factory yang diketahui:

Tabel 2. Pengetahuan

No	Gejala	Nilai MB	Nilai MD	CF Rule
1	mengalami batuk berdahak lebih dari 2 minggu	1	0.1	0.9
2	mengalami demam meriang	0.9	0.1	0.8
3	mengalami berkeringat tanpa sebab diantara sore – malam hari	0.9	0.1	0.8
4	mengalami kesulitan bernapas	0.9	0.05	0.85
5	mengalami penurunan berat badan	0.8	0.05	0.75
6	mengalami penurunan nafsu makan	0.8	0.05	0.75
7	pernah didiagnosis dengan HIV	0.6	0.1	0.5
8	mengalami rasa lemas atau mengalami kelelahan yang tidak biasa	0.8	0.1	0.7

No	Gejala	Nilai MB	Nilai MD	CF Rule
9	mengalami nyeri atau ketidaknyamanan diarea dada	0.85	0.05	0.8
10	mengalami pembesaran kelenjar disalah satu area tubuh	1	0.1	0.9
11	memiliki fistula atau luka yang mengeluarkan nanah dibagian tubuh tertentu	0.85	0.05	0.8
12	kulit diarea kelenjar memerah atau menghitam	0.85	0.05	0.8
13	nyeri di kelenjar yang membesar	0.7	0.1	0.6

Hasil Implementasi Sistem

Tahap implementasi sistem merupakan proses membangun sistem yang sesuai dengan desain mock up yang telah dibuat sebelumnya, berikut ini implementasi sistem yang telah dibuat:

Menu Home



Gambar 2. Menu Home

Gambar 2 merupakan tampilan utama (home) yang dapat diakses oleh semua user.

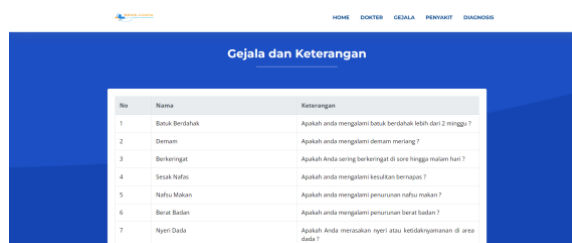
Menu Dokter



Gambar 3. Menu Dokter

Gambar 3 merupakan tampilan menu bagian dokter yang dapat diakses oleh semua user.

Menu Gejala



Gambar 4. Menu Gejala

Gambar 4 merupakan tampilan menu bagian gejala yang dapat diakses oleh semua user.

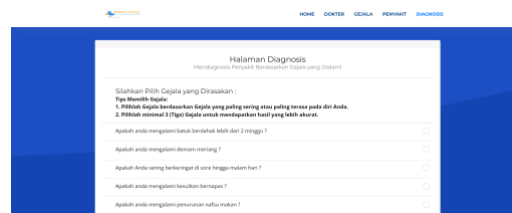
Menu Penyakit



Gambar 5. Menu Data Penyakit

Gambar 5 merupakan tampilan menu bagian penyakit yang dapat diakses oleh semua user.

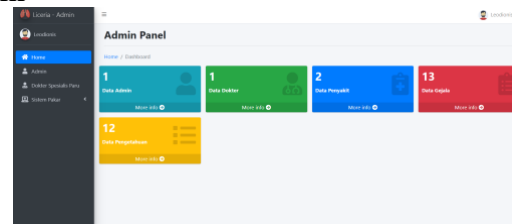
Menu Diagnosa



Gambar 6. Menu Diagnosa

Gambar 6 merupakan tampilan menu bagian diagnosa yang dapat diakses oleh semua user.

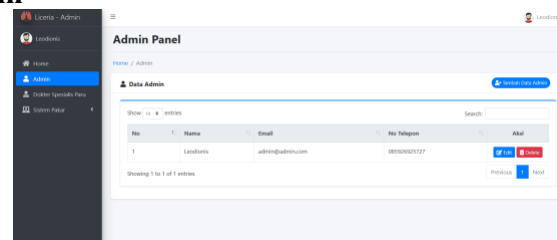
Menu Dashboard Admin



Gambar 7. Menu Dashboard Admin

Gambar 7 merupakan tampilan halaman admin/pakar untuk menambah, mengedit dan menghapus data pada tampilan website.

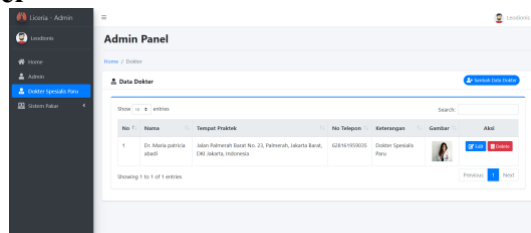
Menu kelola data admin



Gambar 8. Menu Kelola Data Admin

Gambar 8 menampilkan antarmuka halaman admin, yang dapat diakses oleh administrator atau pakar untuk menambahkan, mengedit, dan menghapus data admin.

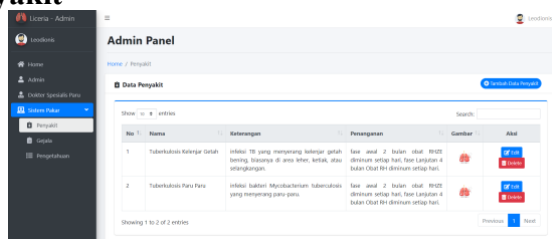
Menu Kelola Data Dokter



Gambar 9. Menu Kelola Data Dokter

Gambar 9 menampilkan antarmuka halaman admin yang digunakan untuk mengelola bagian dokter, dan dapat diakses oleh administrator atau pakar untuk menambahkan, mengedit, serta menghapus data dokter.

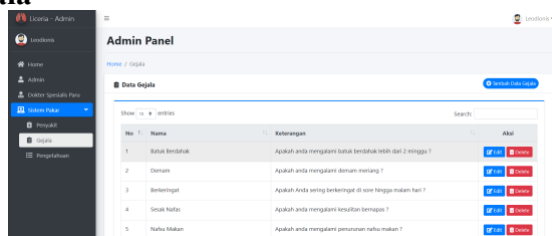
Menu Kelola Data Penyakit



Gambar 10. Menu Kelola Data Penyakit

Gambar 10 menampilkan antarmuka halaman admin yang dirancang untuk mengelola bagian penyakit, yang dapat diakses oleh administrator atau pakar untuk menambahkan, mengedit, dan menghapus data penyakit.

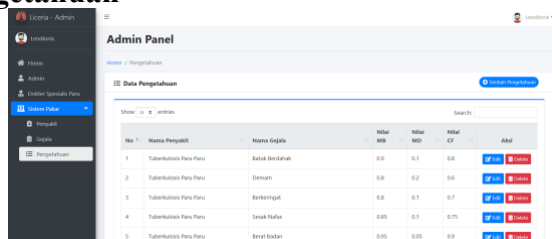
Menu Kelola Data Gejala



Gambar 11. Menu Kelola Data Gejala

Gambar 11 menunjukkan antarmuka halaman admin untuk mengelola bagian gejala, yang dapat diakses oleh administrator atau pakar untuk menambahkan, mengedit, dan menghapus data gejala.

Menu Kelola Data Pengetahuan



Gambar 12. Menu Data Pengetahuan

Gambar 12 merupakan tampilan halaman admin untuk mengatur bagian pengetahuan untuk menentukan apakah pengguna terdiagnosa penyakit tuberculosis, yang dapat diakses oleh admin/pakar untuk menambah, mengedit dan menghapus data pengetahuannya.

BlackBox Testing

Black box testing adalah salah satu metode pengujian perangkat lunak dengan cara langsung menguji perangkat lunak, tanpa perlu mengetahui code dari perangkat lunak.

Tabel 3. BlackBox Testing

No	Fitur	Skenario	Output	Hasil	Keterangan
1	Home	Navigasi ke fitur lainnya	Berpindah ke halaman yang dituju	Berhasil	Tombol navigasi berfungsi
		Melakukan klik pada menu mulai diagnosis	Berpindah ke halaman yang dituju	Berhasil	Berhasil menuju Nav Diagnosis
2	Nav Dokter	Menampilkan daftar dokter	dokter muncul dengan nama, spesialisasi, dan kontak	Berhasil	Data dokter dimuat
3	Nav Gejala	Menampilkan daftar gejala	Daftar gejala ditampilkan	Berhasil	Data gejala sesuai dengan basis
4	Nav Penyakit	Menampilkan informasi penyakit tertentu	Informasi penyakit muncul	Berhasil	Data penyakit valid
5	Nav Diagnosis	Melakukan diagnosis berdasarkan gejala yang dipilih lalu mengklik proses	Hasil diagnosis dengan certainty factor ditampilkan	Berhasil	Hasil diagnosis sesuai logika
		Melakukan klik menu batal	Gejala yg dipilih mengalami keresetan	Berhasil	Pembatalan berhasil dilakukan

4.4. Hasil Evaluasi Uji Coba

Proses perhitungan dalam sistem menggunakan rumus CF kombinasi, seperti pada persamaan (3), karena user memasukkan lebih dari satu gejala. Setelah nilai CF dari pakar dan CF dari user diperoleh, langkah berikutnya adalah menghitung nilai CF kombinasi yang akan digunakan sebagai hasil akhir untuk menentukan tingkat keyakinan terhadap diagnosa, berikut data pasien bernama Daniel Saputra yang mengeluhkan beberapa gejala yang relevan dengan penyakit Tuberculosis (TBC).

Tabel 4. Perhitungan Gejala Yang Dipilih

Nama Gejala	CF Pakar	CF User	CF
mengalami batuk berdahak lebih dari 2 minggu	0.9	1	0.9
mengalami demam meriang	0.8	1	0.8
mengalami berkeringat tanpa sebab diantara sore - malam hari	0.8	1	0.8
mengalami kesulitan bernapas	0.85	1	0.85
mengalami penurunan nafsu makan	0.75	1	0.75
mengalami penurunan berat badan	0.75	1	0.75
mengalami nyeri atau ketidaknyamanan di area dada	0.8	1	0.8

$$CF_{combine} = CF1 + CF2 \times (1 - |CF1|)$$

$$CF_{combine} = 0.9 + 0.8 \times (1 - 0.9) = 0.9 + 0.8 \times 0.1 = 0.9 + 0.08 = 0.98$$

$$CF_{combine} = 0.98 + 0.8 \times (1 - 0.98) = 0.98 + 0.8 \times 0.02 = 0.98 + 0.016 = 0.996$$

$$\begin{aligned}
 CF_{combine} &= 0.996 + 0.85 \times (1 - 0.996) = 0.996 + 0.85 \times 0.004 = 0.996 + 0.0034 = 0.9994 \\
 CF_{combine} &= 0.9994 + 0.75 \times (1 - 0.9994) = 0.9994 + 0.75 \times 0.0006 = 0.9994 + 0.00045 = 0.99985 \\
 CF_{combine} &= \\
 0.99985 + 0.75 \times (1 - 0.99985) &= 0.99985 + 0.75 \times 0.00015 = 0.99985 + 0.0001125 = 0.9999625 \\
 CF_{combine} &= \\
 0.99985 + 0.75 \times (1 - 0.99985) &= 0.99985 + 0.75 \times 0.00015 = 0.99985 + 0.0001125 = 0.9999625 \\
 CF_{combine} &= \\
 0.9999625 + 0.8 \times (1 - 0.9999625) &= 0.9999625 + 0.8 \times 0.0000375 = 0.9999625 + 0.00003 = 0.9999925
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan CF untuk pasien Daniel Saputra, nilai akhir Certainty Factor menunjukkan keyakinan penuh bahwa pasien kemungkinan besar menderita Tuberculosis paru – paru dengan presentase 99.99925% berdasarkan gejala yang dirasakan.

SIMPULAN

Dari hasil yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan Sistem pakar berbasis metode Certainty Factor telah berhasil dikembangkan untuk membantu tenaga medis dan masyarakat dalam mendeteksi dini Tuberkulosis (TB) di lingkungan Puskesmas. Aplikasi ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan peran dokter paru-paru, tetapi sebagai alat bantu bagi calon dokter dan tenaga kesehatan dalam mendiagnosis pasien dengan lebih cepat dan akurat. Selain itu, aplikasi ini juga berfungsi sebagai media edukasi bagi masyarakat agar lebih memahami gejala-gejala awal TB dan segera mengambil langkah pencegahan yang diperlukan.

Pengujian sistem menunjukkan bahwa metode Certainty Factor dapat menganalisis tingkat kepastian setiap gejala yang dilaporkan pasien dan memberikan estimasi kemungkinan TB dengan akurasi yang cukup tinggi. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosa sistem dengan hasil diagnosa dokter, dan hasilnya menunjukkan tingkat akurasi sebesar 85%. Dengan demikian, sistem ini dapat meningkatkan efisiensi tenaga medis dalam mendeteksi TB secara lebih cepat dan berbasis data yang terstruktur.

DAFTAR PUSTAKA

- I. N. Sigalingging, W. Hidayat, dan F. L. Tarigan, “Pengaruh Pengetahuan, Sikap, Riwayat Kontak Dan Kondisi Rumah Terhadap Kejadian Tb Paru Di Wilayah Kerja Uptd Puskesmas Hutarakyat Kabupaten Dairi Tahun 2019,” *J. Ilm. Simantek*, vol. 3, no. 3, hal. 87–99, 2019.
- M. I. Fikri dan Y. R. Nasution, “Expert System for Diagnosing Pests on Oil Palm Seed Plants Using the Certainty Factor Method,” *J. La Multiapp*, vol. 5, no. 2, hal. 89–103, 2024, doi: 10.37899/journallamultiapp.v5i2.1303.
- A. Anggrawan, S. Satuang, dan M. N. Abdillah, “Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ayam Broiler Menggunakan Forward Chaining dan Certainty Factor,” *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 20, no. 1, hal. 97–108, 2020, doi: 10.30812/matrik.v20i1.847.
- A. L. Kalua, Veronika H, dan D. T. Salaki, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Malaria dengan Certainty Factor dan Forward Chaining,” *J. Inf. Technol. Softw. Eng. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, hal. 22–34, 2022, doi: 10.58602/itsecs.v1i1.10.
- Muhamad Masjun Efendi, Erfan Wahyudi, Juhartini, dan Ahmad Nazar, “Expert System for Diagnosing Corn Plant Diseases Using the Web-Based Certainty Factor Method,” *Int. J. Sci. Res.*, vol. 1, no. 01, hal. 30–39, 2024, doi: 10.62894/wa9s7a88.
- R. Koesdijarto dan R. Prambudi, “Penerapan Algoritma Certainty Factor Dalam Sistem Pakar Berbasis Untuk Menganalisis Kemampuan Literasi dan Numerasi Siswa Di Bidang Pendidikan,” *Konvergensi*, vol. 19, no. 1, hal. 9–20, 2023.
- S. Pakar, M. Penyakit, dan G. Dan, “Teknik Informatika Universitas 17 Agustus Surabaya

- 1945,” hal. 1–13, 1945.
- M. Oktaviansyah, R. Tamara, dan I. Fitri, “Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Mata Menerapkan Metode Certainty Factor dan Forward Chaining,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 1, hal. 645, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3542.
- W. Hakim, Sumijan, dan D. Akhiyar, “Expert System for Diagnosing Malnutrition Using the Certainty Factor Method,” *J. Comput. Scine Inf. Technol.*, vol. 10, hal. 20–25, 2024, doi: 10.35134/jcsitech.v10i1.95.
- [N. Situmeang, C. Factor, S. Pakar, dan I. Pendahuluan, “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Saraf Pusat Manusia Dengan Metode Certainty Factor,” vol. 4, no. 1, hal. 35–48, 2019.
- I. Engineering, D. Erlansyah, D. R. Aulia, dan F. S. Teknologi, “SISTEM INFORMASI UNIT DONOR DARAH PALANG MERAH INDONESIA The Indonesian Red Cross Blood Donation Unit (UDD) South Sumatra Province is a humanitarian organization supported by the Indonesian Red Cross (PMI). UDD PMI South Sumatra Province has an obstac,” vol. 7, no. 2, hal. 319–330, 2023.
- W. I. Dedi Saputra, Deasy Purwaningtias, “Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Mesin Sepeda Motor Matic Berbasis Web Menggunakan Certainty Factor,” *Indones. J. Netw. Secur.*, vol. 8, no. 2, hal. 63–70, 2018.
- S. M. Abdullah1, H. Ma’tang Pakka, A. Syarifuddin, dan A. S. Alghamdi, “International Journal of Electrical Engineering and Intelligent Computing (IJEEIC) EISSN 3031-5255 Expert System Implementation of the Certainty Factor Method for Smartphone Damage Diagnosis,” hal. 8–21, doi: 10.33387/ijeeic.v1i2.7810.
- F. Frensius, P. Kilimandang, and S. Waluyo, “Penerapan Metode Forward Chaining Dalam Sistem Pakar Diagnosa Jenis Penyakit Menular,” *3rd Semin. Nas. Mhs. Fak. Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 956–965, 2023.
- M. Jufri and D. P. Caniago, “Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Otitis Menggunakan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor,” *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 4, no. 2, pp. 333–340, 2022, doi: 10.47233/jteksis.v4i2.510.