

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit TBC Menggunakan Algoritma Forward Chaining dan Certainty Factor Berbasis Android di Puskesmas Kedaung Barat

Ujang Sutisna¹, Argin Fiorenza², Detin Sofia³, Shafirah Fitri⁴

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Program Studi Teknik Informatika
Institut Teknologi dan Bisnis Bina Sarana Global
ujangsutisna0111@gmail.com

Abstrak

Tuberkulosis (TBC) termasuk dalam kategori penyakit menular dan hingga sekarang masih menjadi tantangan besar dalam sektor kesehatan di Indonesia. Proses diagnosa dini sangat penting untuk mencegah penyebaran dan mempercepat penanganannya. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sistem pakar berbasis Android, yang dapat digunakan oleh pengguna untuk mendiagnosis penyakit TBC secara mandiri. Aplikasi dibuat menggunakan Flutter, sebuah framework UI lintas platform yang dikembangkan oleh Google dan bahasa pemrograman Dart untuk mendukung pengembangan aplikasi Android. Sistem ini menerapkan metode Forward Chaining untuk menelusuri gejala yang dimasukkan oleh pengguna, serta Certainty Factor untuk menghitung tingkat kepastian hasil diagnosis berdasarkan gejala yang dialami. Pengujian dilakukan terhadap 25 responden dengan membandingkan hasil sistem dan diagnosis tenaga medis. Tingkat akurasi yang diperoleh melalui pengujian menggunakan metode Confusion Matrix mencapai 84% dengan tampilan antarmuka yang memudahkan pengguna untuk mendapatkan indikasi awal TBC serta solusi tindak lanjut, sehingga mendorong pengguna untuk segera melakukan pemeriksaan ke fasilitas kesehatan.

Kata kunci: Sistem Pakar, Tuberkulosis, Forward Chaining, Certainty Factor, Android

Abstract

Tuberculosis (TB) is classified as a contagious disease and remains a significant challenge in the health sector in Indonesia to this day. Early diagnosis is crucial to prevent its spread and accelerate treatment. This study aims to develop an Android-based expert system that allows users to diagnose TB independently. The application was developed using Flutter, a cross-platform UI framework developed by Google and the Dart programming language to support Android application development. The system employs the Forward Chaining method to trace symptoms input by users and the Certainty Factor method to calculate the confidence level of the diagnosis based on the experienced symptoms. Testing was conducted on 25 respondents by comparing the system's results with diagnoses made by medical professionals. The accuracy rate obtained from testing using the Confusion Matrix method reached 84%, with a user-friendly interface designed to provide initial indications of TB and recommended follow-up actions, encouraging users to seek medical examinations promptly..

Keywords: Expert System, Tuberculosis, Forward Chaining, Certainty Factor, Android

PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TBC) merupakan jenis penyakit infeksi yang menyebar antar individu dan bisa menyebabkan kematian, Diakibatkan oleh bakteri *Mycobacterium Tuberculosis* yang pada umumnya

mengganggu fungsi paru-paru. TBC masih menjadi salah satu masalah kesehatan secara global dengan tingkat penyebaran yang kasusnya masih banyak ditemukan, terutama di negara berkembang khususnya

Indonesia [1]. Penyebaran penyakit ini semakin meluas karena dipicu oleh berbagai faktor sosial, seperti kondisi kepadatan penduduk akibat urbanisasi, gaya hidup yang pasif, kebiasaan merokok dan mengonsumsi alkohol [2].

Berdasarkan *Global Tuberculosis Report 2024* yang dirilis oleh World Health Organization (WHO), diperkirakan sebanyak 10,8 juta orang jatuh sakit akibat TBC pada tahun 2023, dengan angka kematian mencapai 1,25 juta jiwa. Kondisi ini menjadikan TBC kembali sebagai salah satu penyakit paling mematikan di dunia [3]. Sementara itu, di Puskesmas Kedaung Barat, proses identifikasi kasus TBC hanya dilakukan secara konsultasi langsung dengan pakar. Pada rentang waktu Januari hingga April 2025, tercatat sebanyak 519 pasien dengan dugaan TBC, sekitar 92% di antaranya telah menjalani pemeriksaan diagnosis bakteriologis TBC. Sementara itu, sebanyak 51 pasien terkonfirmasi mengidap TBC yang sensitif terhadap obat.

Seiring dengan perkembangan teknologi seperti *Artificial Intelligence* (AI), Penelitian ini menerapkan algoritma Forward Chaining dan Certainty Factor untuk mendiagnosis tingkat kemungkinan penyakit berdasarkan gejala yang diberikan oleh pengguna. Gejala-gejala tersebut diperoleh berdasarkan pengetahuan dari pakar, Informasi tersebut kemudian menjadi acuan awal dalam proses diagnosis dengan metode Forward Chaining. Algoritma Forward Chaining yaitu metode proses berpikir yang diawali oleh data atau informasi awal yang diketahui, seperti gejala yang dialami oleh pasien. Algoritma ini menjalankan proses pencocokan data berdasarkan aturan yang tersedia di dalam sistem, kemudian secara bertahap menelusuri kemungkinan yang sesuai

hingga diperoleh kesimpulan berupa diagnosis penyakit [4], sedangkan Certainty Factor digunakan dalam mengukur keyakinan pakar terhadap kesimpulan yang diperoleh dari inferensi [5].

Android merupakan salah satu sistem operasi yang paling dikenal dan banyak digunakan pada smartphone saat ini. Selain itu, sistem ini tergolong efisien dan efektif, serta mampu berjalan secara offline dan telah dikembangkan dalam penerapan sistem pakar [6].

Menurut data dari Organisasi kesehatan dunia (WHO) pada tahun 2023 masih tingginya angka penemuan dan kematian akibat penyakit TBC. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pakar berbasis Android guna membantu proses diagnosis penyakit TBC dengan bantuan algoritma Forward Chaining dan Certainty Factor, yang bekerja dengan mengambil data gejala dari input pengguna, serta memberikan hasil diagnosis disertai tingkat kepastian dan solusi penanganan.

Rumusan Masalah

Berlandaskan pembahasan dalam latar belakang sebelumnya, penelitian ini akan mengulas tentang:

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem pakar diagnosis TBC berbasis Android dengan memanfaatkan metode Forward Chaining dan Certainty Factor?
2. Seberapa akurat sistem pakar tersebut dalam memberikan hasil diagnosis penyakit TBC berdasarkan input gejala dari pengguna?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Membangun sistem pakar berbasis Android untuk mendiagnosis penyakit TBC dengan menggunakan metode Forward Chaining dalam mengidentifikasi gejala serta Certainty Factor untuk menentukan tingkat kepastian diagnosis berdasarkan gejala yang dialami.
2. Menguji tingkat akurasi sistem pakar dalam memberikan hasil diagnosis penyakit TBC berdasarkan input gejala dari pengguna.

Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mendukung program Kesehatan nasional untuk mengejar target eliminasi Tuberkulosis di tahun 2030 [7].
2. Bagi masyarakat umum, khususnya di daerah dengan keterbatasan akses medis, sistem ini dapat menjadi alat bantu awal untuk mengenali gejala TBC dan mengambil langkah pemeriksaan lanjutan.

Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh Wahyuningsih (2021) yaitu sistem pakar berbasis web yang digunakan untuk mendiagnosis campak rubella pada anak dengan penerapan metode Certainty Factor. Dari hasil diagnosis berdasarkan input gejala yang dikelompokkan dalam tiga kategori, yaitu "Rubella" dengan nilai CF minimal atau lebih 0,8, "Mungkin Rubella" jika nilai CF berada di antara 0,4 sampai kurang dari 0,8, dan "Bukan Rubella" untuk nilai CF di bawah 0,4 [8].

Penelitian oleh Al-hakim (2022) dalam merancang sistem pakar berbasis aplikasi Android yang digunakan untuk mendiagnosis penyakit tiroid serta gejala psikologis dengan metode Certainty Factor. Sistem ini tidak hanya memberikan diagnosis berbagai penyakit tiroid, tetapi juga merekomendasikan pengobatan berbasis tanaman tradisional, dengan tingkat akurasi diagnosis hipotiroid mencapai 99,997% [9].

Penelitian yang dilakukan oleh Jayanti (2022) dalam mengembangkan sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit tulang belakang dengan menerapkan gabungan metode Forward Chaining dan Certainty Factor. Hasil pengujian menunjukkan tingkat kepercayaan diagnosis tertinggi sebesar 88,5% pada kasus spondylosis, dan sistem terbukti lebih akurat dibandingkan metode Forward Chaining [10].

Penelitian yang dilakukan oleh Prameswaty (2024) dalam mengembangkan sistem pakar yang digunakan untuk diagnosa TBC paru dengan memadukan metode Certainty Factor dan Dempster Shafer. Sistem diuji menggunakan data latih sebanyak 68 dan data uji sebanyak 17, menghasilkan tingkat akurasi 88,2%, precision 85,7%, recall 100%, dan F1-score 92,3% [11].

Dan penelitian yang dilakukan oleh Sidqiyah (2025) dalam pengembangan sistem pakar web untuk skrining dini penyakit TBC menggunakan teknik Forward Chaining. Sistem menggunakan 9 aturan logika if-then dan diuji melalui berbagai kombinasi gejala dengan waktu inferensi rata-rata 2 detik. Validasi dari tenaga medis menunjukkan sistem berjalan sesuai harapan dan efektif mendukung deteksi dini TBC [12].

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, penggunaan metode Forward Chaining dan Certainty Factor terbukti mampu meningkatkan performa sistem pakar untuk diagnosis, dan berhasil diterapkan pada berbagai platform, seperti website dan Android. Fokus penelitian ini adalah mengembangkan sistem pakar dalam bentuk aplikasi yang dapat dijalankan pada perangkat Android dengan memadukan metode Forward Chaining dan Certainty Factor untuk diagnosis penyakit TBC. Akurasi sistem kemudian dievaluasi menggunakan metode Confusion Matrix untuk memperoleh hasil akurasi sistem pakar. Sistem juga menyediakan solusi tindak lanjut sesuai hasil diagnosa sebagai arahan awal bagi pengguna.

LANDASAN TEORI

Sistem Pakar

Sistem pakar termasuk dalam ranah *artificial intelligence* yang bertujuan mereplikasi proses pengambilan keputusan seperti seorang ahli dalam menangani masalah tertentu. Sistem ini mengadopsi pengetahuan dan pengalaman pakar yang dikonversi menjadi aturan-aturan yang dapat di mengerti dan di jalankan oleh sistem komputer[13]. Dengan demikian, sistem mampu memberikan solusi, diagnosis, atau rekomendasi secara otomatis berdasarkan input yang berasal dari pengguna.

Tujuan utama dari sistem pakar ini adalah membantu proses pengambilan keputusan kepada pengguna, termasuk mereka yang tidak memiliki keahlian di bidang terkait, dengan menyediakan saran atau solusi layaknya konsultasi dengan seorang pakar [14]. Sistem ini biasanya terdiri dari tiga komponen penting, yaitu basis pengetahuan yang memuat informasi

dari pakar, mesin inferensi (*inference engine*) yang berfungsi sebagai pemroses logika untuk menarik kesimpulan berdasarkan data yang masuk, serta antarmuka pengguna sebagai media interaksi.

Forward Chaining

Forward Chaining adalah metode inferensi dalam sistem pakar yang berfungsi untuk mengevaluasi fakta-fakta yang tersedia guna menarik sebuah kesimpulan hasil diagnosis. Proses ini dimulai dari data awal berupa gejala-gejala yang diketahui, kemudian bergerak maju dengan menerapkan aturan-aturan yang tersedia hingga ditemukan solusi atau diagnosis [15].

Dalam diagnosis penyakit TBC, metode ini berfungsi untuk menghubungkan gejala yang diinput pengguna dengan basis pengetahuan yang telah disusun berdasarkan aturan. Jika suatu aturan memenuhi semua kondisi yang dibutuhkan berdasarkan fakta yang ada, maka aturan tersebut akan menghasilkan sebuah kesimpulan [16].

Dalam penerapannya, Forward Chaining melakukan pencarian maju dengan memanfaatkan aturan berbentuk IF-THEN. Setiap aturan dapat memiliki satu atau lebih kondisi yang dihubungkan menggunakan operator logika seperti AND, OR, atau kombinasi keduanya. Pola penalarannya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Forward Chaining

Certainty Factor

Certainty Factor (CF) adalah suatu metode untuk menangani permasalahan

ketidakjelasan dalam proses penentuan keputusan, terutama dalam sistem pakar [17]. Metode ini bertujuan untuk mengukur seberapa besar tingkat keyakinan terhadap suatu hipotesis berdasarkan bukti-bukti yang tersedia. Dalam pendekatan Certainty Factor, tingkat kepercayaan diukur dengan menggunakan *Measure of Belief* (MB), sementara tingkat ketidakpercayaan diukur dengan *Measure of Disbelief* (MD) berdasarkan sebuah hipotesis yang dipengaruhi oleh berbagai bukti yang relevan. Nilai CF dihitung dengan mengurangkan nilai MD dari MB[18]. Menggunakan rumus sebagai berikut [5]:

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

Keterangan:

H : Hipotesis yang diuji.

E : Evidence (bukti/gejala) yang mempengaruhi hipotesis.

CF(H,E) : Nilai Certainty Factor untuk hipotesis H berdasarkan bukti E.

MB(H,E) : Tingkat Keyakinan terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh bukti E (nilai antara 0 sampai 1).

MD(H,E) : Tingkat Ketidakpercayaan terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh bukti E (nilai antara 0 sampai 1).

Dalam implementasinya, selain nilai CFPakar, input dari pengguna CFUser juga diperhitungkan. Nilai kepercayaan dari pengguna dikalikan dengan nilai CF pakar untuk menghasilkan nilai CF baru:

$$CF(H,E)I = CFUser \times CFPakar$$

Apabila terdapat lebih dari satu fakta atau gejala yang mendukung hipotesis, maka nilai-nilai CF tersebut perlu dikombinasikan menggunakan formula CF kombinasi:

$$CFcombine = CFold + CFnew \times (1 - CFold)$$

Proses ini terus berlanjut secara berulang setiap kali gejala baru dimasukkan oleh pengguna ke dalam sistem, hingga diperoleh nilai akhir CF yang mewakili tingkat keyakinan terhadap hipotesis berdasarkan seluruh gejala yang ada.

Untuk mempermudah interpretasi, hasil CF gabungan dikonversi ke dalam bentuk persentase dengan rumus:

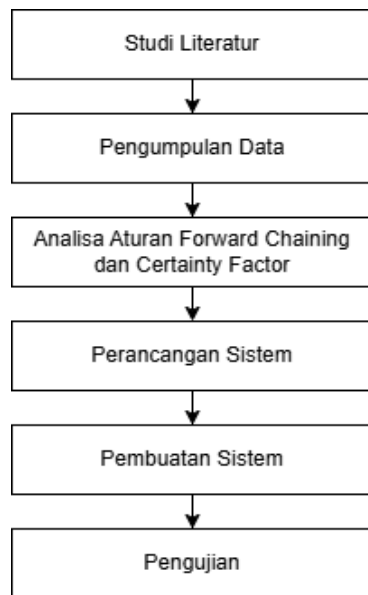
$$CFpersentase = CFcombine \times 100\%$$

Android

Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang awalnya dikembangkan oleh Android Inc. sebagai platform untuk meningkatkan kinerja dan responsivitas perangkat seluler sesuai preferensi pengguna [19]. Sifat open-source pada sistem operasi Android memberikan keleluasaan bagi pengembang untuk merancang aplikasi dan menyesuaikan sistem sesuai kebutuhan [20]. Dengan kemampuan Android untuk mendukung berbagai kebutuhan pengembangan membuatnya sesuai untuk membangun beragam jenis aplikasi, termasuk dalam pengembangan sistem pakar.

METODE PENELITIAN

Untuk mencapai target penelitian, peneliti menyusun kerangka yang menggambarkan langkah-langkah yang dijalankan secara berurutan dan terencana. Kerangka ini memiliki tujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap tahapan yang dilakukan dalam pengembangan sistem pakar diagnosis penyakit TBC.



Gambar 2. Kerangka Penelitian

Berikut merupakan penjelasan alur kerangka penelitian diatas:

1. Studi Literatur

Mengumpulkan referensi mengenai TBC, sistem pakar, Forward Chaining, dan Certainty Factor dikumpulkan dari berbagai jurnal, artikel, dan buku untuk memahami konsep dasar serta penerapan metode tersebut dalam diagnosis penyakit.

2. Pengumpulan Data

Ada dua jenis pengumpulan data yang digunakan, yakni primer dan sekunder. Data primer sendiri didapatkan melalui proses observasi dan wawancara secara mendalam dengan pakar dan pasien di Puskesmas Kedaung Barat untuk mendapatkan informasi lebih lanjut terkait penyakit TBC. Sementara itu, data sekunder didapatkan dari referensi seperti artikel sebagai pustaka mengenai gejala, diagnosa, dan pengetahuan medis lainnya yang berguna dalam pengembangan sistem pakar ini.

3. Analisa Aturan Forward Chaining dan Certainty Factor

Penyusunan aturan logika IF-THEN dilakukan berdasarkan data gejala dan diagnosis yang diperoleh dari pakar. Selanjutnya, perhitungan Certainty Factor dilakukan dengan menggabungkan nilai *Measure of Belief* (MB) dan *Measure of Disbelief* (MD) yang diperoleh dari pakar untuk menentukan tingkat kepastian diagnosis dalam sistem.

4. Perancangan Sistem

Tahap ini mencakup perancangan keseluruhan sistem pakar berbasis Android yang mengintegrasikan data gejala, aturan Forward Chaining, proses perhitungan Certainty Factor kedalam flowchart sistem.

5. Pembuatan Sistem

Sistem pakar dikembangkan dalam bentuk aplikasi Android menggunakan framework Flutter dengan bahasa pemrograman Dart.

6. Pengujian

Confusion Matrix digunakan sebagai metode untuk menguji sistem dalam menilai performa aplikasi dalam mendiagnosis penyakit TBC Dengan membandingkan hasil diagnosis dari aplikasi dan pakar sebagai acuan, pengujian ini menghasilkan nilai akurasi untuk mengukur tingkat kualitas dan keakuratan sistem.

ANALISIS DAN PERANCANGAN

Pengumpulan Data

Berdasarkan hasil wawancara dengan seorang pakar penyakit TBC di puskesmas kedaung barat serta kajian literatur yang telah divalidasi oleh pakar, diperoleh sejumlah data mengenai gejala, tingkat keyakinan dan solusi yang berkaitan dengan penyakit TBC.

Tabel 1. Diagnosa dan solusi tindak lanjut

Kode	Nama diagnosa	Solusi tindak lanjut
P01	Positif TBC	1. Lakukan pemeriksaan medis lebih lanjut di faskes seperti pemeriksaan dahak dan rontgen paru-paru 2. Gunakan masker dan terapkan pola hidup yang sehat
P02	Mungkin TBC	1. Lakukan pemeriksaan di faskes terdekat, seperti Puskesmas atau klinik. 2. Amati perkembangan gejala selama 1–2 minggu ke depan dan terapkan pola hidup yang sehat
P03	Bukan TBC	1. Jaga kesehatan, daya tahan tubuh dan terapkan pola hidup sehat. 2. Hindari merokok dan paparan polusi.

Berdasarkan tabel 1, terdapat sejumlah diagnosa beserta solusi tindak lanjutnya atau langkah penanganan yang dapat diberikan apabila seseorang terindikasi kuat menderita penyakit TBC. Indikasi ini diperoleh melalui analisis sistem pendukung keputusan.

Tabel 2. Gejala penyakit tuberkulosis

Kode gejala	Nama gejala
KG1	Batuk berdahak/kering
KG2	Batuk lebih dari 3 minggu
KG3	Batuk berdarah
KG4	Sesak nafas
KG5	Demam pada umumnya di malam hari
KG6	Nyeri dada
KG7	Berkeringat dingin pada malam hari
KG8	Berkurangnya nafsu makan

KG9	Penurunan berat badan
KG10	Malaise / kelelahan
KG11	Riwayat TBC pada keluarga
KG12	Riwayat terkena TBC

Sementara itu, berdasarkan informasi pada tabel 2, terdapat sejumlah gejala yang sering muncul pada penderita penyakit tuberkulosis, seperti gejala utama yaitu batuk. Gejala-gejala ini di peroleh dari hasil wawancara dengan ahli atau pakar digunakan sebagai dasar dalam pembuatan pertanyaan pada sistem pakar untuk membantu proses diagnosa awal.

Tabel 3. Tingkat keyakinan dan bobot

Kriteria	Bobot
Sangat yakin	1.00
Yakin	0.80
Cukup yakin	0.60
Kurang yakin	0.40
Tidak tahu	0.20
Tidak	0.00

Berdasarkan tabel 3, dapat diketahui untuk tingkat keyakinan yang akan digunakan sebagai CFPakar atau CFUser, terdapat tingkatan dan bobot nilai yang telah divalidasi oleh pakar[5].

Selanjutnya dilakukan penentuan tingkat keyakinan pakar pada masing-masing gejala penyakit TBC.

Tabel 4. Bobot dan gejalanya

Kode gejala	Nama gejala	CF Pakar
KG1	Batuk berdahak/kering	0.40
KG2	Batuk lebih dari 3 minggu	0.80
KG3	Batuk berdarah	0.80
KG4	Sesak nafas	0.40
KG5	Demam pada umumnya di malam hari	0.80
KG6	Nyeri dada	0.60
KG7	Berkeringat dingin pada malam hari	0.80
KG8	Berkurangnya nafsu makan	0.40
KG9	Penurunan berat badan	0.80
KG10	Malaise / kelelahan	0.40
KG11	Riwayat TBC pada keluarga	0.80
KG12	Riwayat terkena TBC	0.80

Berdasarkan tabel 4, diketahui daftar gejala yang berkaitan dengan penyakit TBC beserta bobot tingkat keyakinan yang diberikan oleh pakar. Bobot ini merepresentasikan seberapa kuat keyakinan pakar terhadap keterkaitan masing-masing gejala dengan kemungkinan diagnosa tuberkulosis

Tabel 5. Aturan sistem

Kode	IF	THEN
R1	Tidak ada KG1	P03
R2	KG1	P03
R3	KG1 dan KG2	P02
R4	KG1 dan KG3	P02
R5	P03(R2) dan KG4, KG5, KG6, KG7, KG8, KG9, KG10, KG11, KG12	P02
R6	P02(R3, R4) dan KG4, KG5, KG6, KG7, KG8, KG9, KG10, KG11, KG12	P01

Berdasarkan tabel 5, terdapat aturan-aturan (*rule*) dalam metode Forward Chaining. Aturan-aturan ini merepresentasikan proses penalaran sistem dalam menarik kesimpulan berdasarkan fakta-fakta yang diberikan oleh pengguna.

Penerapan Forward Chaining Dan Certainty Factor

Berikut beberapa gejala yang dialami pengguna untuk digunakan dalam proses penelusuran aturan menggunakan metode Forward Chaining, serta perhitungan Certainty Factor untuk mengetahui tingkat kemungkinan menderita tuberkulosis, yang dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Gejala yang di alami user

Nama gejala	Keyakinan user
Batuk berdahak/kering	Yakin
Batuk berdarah	Kurang yakin
Demam pada umumnya di malam hari	Kurang yakin

Berkeringat dingin pada malam hari	Tidak Tahu
------------------------------------	------------

Selanjutnya, penerapan aturan Forward Chaining, terlihat pada aturan R6 yang menunjukkan adanya KG1 dan KG3 memenuhi aturan R4 dan diikuti dengan gejala lain. Berdasarkan aturan tersebut pengguna terindikasi positif TBC. Setelah itu, dilakukan perhitungan tingkat keyakinan pakar menggunakan algoritma Certainty Factor.

Menghitung $CF(H,E)$ pada masing-masing gejala.

$$CF(H,E) I = CF_{User} * CF_{Pakar}$$

Gejala pertama yaitu KG1: (Batuk berdahak / Kering)

$$CF(H,E) KG1 = 0.80 * 0.40$$

Dilanjutkan perhitungan $CF(H,E)$ sampai dengan gejala terakhir.

Tabel 7. Nilai $CF(H,E)$

Kode gejala	CF_{Pakar}	CF_{User}	$CF(H,E)$
KG1	0.40	0.80	0.32
KG3	0.80	0.40	0.32
KG5	0.80	0.40	0.32
KG7	0.80	0.20	0.16

Berdasarkan tabel 7, hasil dari perhitungan $CF(H,E)$ dari gejala yang di alami pengguna.

Maka setelah mendapatkan nilai $CF(H,E)$ pada masing masing gejala, selanjutnya dilakukan perhitungan $CF_{combine}$.

$$CF_{combine} 1 = CF(H,E)KG1 + CF(H,E)KG3 * (1 - CF(H,E)KG1)$$

$$CF_{combine} 1 = 0.32 + 0.32 * (1 - 0.32) = 0.54$$

$$CF_{combine\ 2} = CF_{old} + CF(H,E)KG5 \\ * (1 - CF_{old}) \\ CF_{combine\ 2} = 0.54 + 0.32 * (1 - 0.54) \\ = 0.69$$

Dilanjutkan perhitungan $CF_{combine}$ sampai dengan $CF(H,E)$ terakhir, untuk data perhitungan $CF_{combine}$ dapat dilihat pada tabel 8.

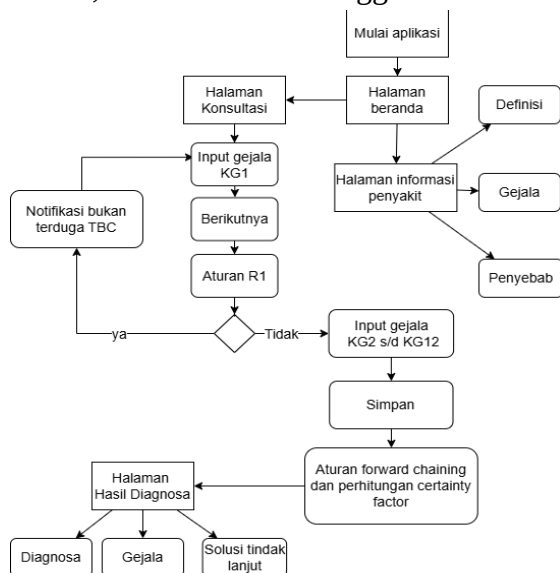
Tabel 8. Nilai $CF_{combine}$

$CF_{combine}$	Nilai
$CF_{combine1}$	0.54
$CF_{combine\ 2}$	0.69
$CF_{combine\ 3}$	0.74

Berdasarkan aturan Forward Chaining dan perhitungan Certainty Factor didapati hasil keyakinan pakar pada gejala yang pengguna alami berdasarkan tabel 6 adalah 74% terindikasi positif TBC

Flowchart Sistem

Berikut adalah flowchart atau alur yang menunjukkan bagaimana sistem berjalan. Flowchart yang ada pada gambar 3 dibuat untuk memberikan gambaran yang jelas tentang langkah-langkah proses dalam sistem, mulai dari awal hingga akhir.



Gambar 3. Flowchart sistem

Berdasarkan gambar 3, Berikut adalah penjelasan dari flowchart pada gambar yang menggambarkan alur kerja sistem.

1. Mulai aplikasi

Saat aplikasi dijalankan, pengguna langsung diarahkan ke halaman utama (beranda).

2. Halaman beranda

Di halaman ini, tersedia dua menu utama yang dapat dipilih oleh pengguna, yaitu:

- Informasi Penyakit, yang memuat penjelasan mengenai definisi, gejala, dan penyebab penyakit.
- Konsultasi, yang digunakan untuk memulai proses pengecekan gejala.

3. Halaman konsultasi

Pada fitur konsultasi, pengguna diminta untuk menjawab sejumlah pertanyaan mengenai gejala TBC, dimulai dari gejala pertama (KG1). Setelah menjawab dan menekan tombol “Lanjut”, sistem melakukan pengecekan berdasarkan aturan awal (R1). Jika gejala yang diinput sesuai dengan ketentuan dalam aturan tersebut, maka sistem menampilkan notifikasi bahwa pengguna bukan terindikasi TBC. Namun jika tidak memenuhi ketentuan, proses dilanjutkan dengan pengisian gejala-gejala. Selanjutnya sampai selesai. Setelah semua data gejala diinput dan pengguna menekan tombol “Simpan”, sistem menentukan aturan yang relevan dan melakukan perhitungan nilai Certainty Factor (CF) untuk menghasilkan hasil diagnosa dengan hasil keyakinan pakar.

4. Halaman hasil diagnosa

Disini menampilkan hasil diagnosa dan nilai keyakinan, gejala yang dialami serta solusi tindak lanjut.

IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

Implementasi sistem

Sistem pakar yang dirancang untuk membantu proses diagnosis penyakit TBC ini dikembangkan dalam bentuk aplikasi berbasis Android guna memudahkan aksesibilitas dan kenyamanan pengguna dalam melakukan konsultasi secara mandiri.



Gambar 4. Halaman beranda

Berdasarkan gambar 4, halaman beranda dirancang dengan dua tombol navigasi yang masing-masing mengarahkan pengguna ke fitur konsultasi dan informasi mengenai penyakit.



Gambar 5. Halaman informasi penyakit

Berdasarkan gambar 5, halaman informasi penyakit menyajikan penjelasan mengenai TBC yang mencakup definisi, penyebab, serta gejala yang terkait.



Gambar 6. Halaman Konsultasi

Berdasarkan gambar 6, halaman konsultasi gejala dirancang untuk menyajikan sejumlah pertanyaan terkait gejala-gejala tuberkulosis yang mungkin dialami oleh pengguna.



Gambar 7. Halaman hasil diagnosa

Berdasarkan gambar 7, halaman hasil diagnosa menampilkan hasil diagnosa yang berdasarkan gejala yang dialami oleh pengguna, serta memuat nilai keyakinan pakar, daftar gejala yang di alami, dan solusi tindak lanjut. Untuk memperjelas status diagnosa, ditambahkan penanda warna pada bayangan kotak (*box shadow*), warna merah untuk hasil diagnosa positif

TBC, kuning untuk mungkin TBC dan hijau untuk bukan TBC.

Pengujian Akurasi

Pada penelitian ini, proses pengujian terhadap hasil implementasi metode dilakukan dengan memanfaatkan Confusion Matrix sebagai pendekatan evaluasi akurasi sistem.

Tabel 9. Pengujian Confusion Matrix

Confusion Matrix		Hasil diagnosa pakar		
		Positif TBC	Mungkin TBC	Bukan TBC
Hasil diagnosa sistem	Positif TBC	A1 = 9	B1 = 0	C1 = 0
	Mungkin TBC	A2 = 1	B2 = 6	C2 = 2
	Bukan TBC	A3 = 1	B3 = 0	C3 = 6
	Jumlah data	25		

Sebagai upaya untuk mengukur sejauh mana akurasi sistem pakar dalam memberikan hasil diagnosis, telah disiapkan sebanyak 25 data uji yang tercantum pada tabel 9.

$$Accuracy = \frac{A1 + B2 + C3}{A1 + A2 + A3 + B1 + B2 + B3 + C1 + C2 + C3} \times 100\%$$

$$Accuracy = \frac{9 + 6 + 6}{9 + 1 + 1 + 0 + 6 + 0 + 0 + 2 + 6} \times 100\%$$

$$Accuracy = 84.00\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan akurasi menggunakan Confusion Matrix, sistem pakar yang dikembangkan dengan metode Forward Chaining dan Certainty Factor memperoleh tingkat akurasi sebesar 84% dari 25 data uji pasien.

KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Sistem pakar untuk diagnosis penyakit tuberkulosis ini dirancang untuk mempermudah pengguna dalam mengidentifikasi gejala yang mereka alami secara cepat, praktis, fleksibel dan dikembangkan berbasis Android dengan menggunakan bahasa program dart. Dalam aturan Forward Chaining hasil diagnosa sistem dibagi menjadi 3 kategori yaitu bukan TBC, mungkin TBC dan positif TBC. Sedangkan Certainty Factor digunakan untuk menghitung nilai keyakinan pakar berdasarkan gejala yang dialami pengguna.
2. Berdasarkan pengujian akurasi menggunakan Confusion Matrix terhadap 25 data responden pasien, sistem ini menunjukkan tingkat akurasi sebesar 84%, maka sistem ini memiliki tingkat akurasi yang baik dalam diagnosis penyakit Tuberkulosis (TBC).

Saran

Berdasarkan temuan yang diperoleh selama penelitian, berikut ini adalah beberapa saran yang dapat disampaikan:

1. Diperlukan penambahan jumlah data kasus guna meningkatkan keakuratan sistem pakar dalam memberikan hasil diagnosis yang lebih tepat.
2. Penambahan atau penggunaan metode lain untuk meningkatkan akurasi dan kemampuan sistem dalam menganalisis pola gejala.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abimulyani, Y., Kainde, Y. Y., Mansyur, T. N., & Siregar, N. S. A. (2023). *Analisis Faktor Risiko TB paru Anak yang Tinggal Serumah dengan Penderita TB paru Dewasa*. Journal of Pharmaceutical and

- Health Research, 4(2), 312–318. <https://doi.org/10.47065/jharma.v4i2.3671>.
- [2] M. Sabir, & Sarifuddin. (2023). *Analisis Faktor Risiko Tingginya kasus Tuberkulosis Paru di Indonesia : Literatur Review*. Jurnal Kolaboratif Sains, 6(6), 453–468. <https://doi.org/10.56338/jks.v6i6.3662>.
- [3] WHO. (2024). *Global Tuberculosis Report 2024*. World Health Organization. <https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports/global-tuberculosis-report-2024>. [Diakses: Apr. 28, 2025].
- [4] Umar, F., & . A. (2023). *Sistem Pakar Berbasis Web untuk Diagnosa Awal Penyakit Mata dengan Penerapan Forward Chaining dan Certainty Factor*. Jurnal Ilmiah ILKOMINFO - Ilmu Komputer & Informatika, 6(1), 54–66. <https://doi.org/10.47324/ilkominfo.v6i1.166>.
- [5] Irfan, M., Alkautsar, P., Atmadja, A. R., & Wildan Budiawan Zulfikar. (2022). *Diagnosis of Asthma Disease and The Levels using Forward Chaining and Certainty Factor*. Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi), 6(5), 761–767. <https://doi.org/10.29207/resti.v6i5.4123>.
- [6] P. A. P. Robby Rachmatullah, Agus Kristianto, “Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Malnutrisi Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Android” Go Infotech J. Ilm. STMIK AUB, vol. 28, no. 2, pp. 138–150, 2022, doi: 10.36309/goi.v28i2.178.
- [7] Presiden Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Presiden Nomor 67 tahun 2021 tentang Penanggulangan Tuberkulosis*. Kementerian Kesehatan Re, 67(069394), 107.
- [8] Wahyuningsih, P., & Zuhriyah, S. (2021). *Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Campak Rubella Pada Anak Expert System Of Diagnosis A Rubella Measles Disease For*. 8(1). <https://doi.org/10.25126/jtiik.202182710>.
- [9] Al-hakim, R. R., Arief, Y. Z., Satria, M. H., Pangestu, A., Hexa, A., Setyowisnu, G. E., Setiawan, A. D., Putri, E. R. C., Jakarta, U. G., Soedirman, U. J., & Korespondensi, P. (2022). *Sistem Pakar Untuk Diagnosis Penyakit Tiroid Dengan Gejala An Expert System For Thyroid Disease Diagnosis With Psychological Symptoms Dan It ' S Ethnobotany Treatment*. 9(7). <https://doi.org/10.25126/jtiik.202296763>.
- [10] Jayanti, R. D., Rahman, B., & Fitri, I. (2022). *Diagnosa Penyakit Tulang Belakang Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor*. Jurnal Media Informatika Budidarma, 6(1), 414. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i1.3497>.
- [11] Almira Aurora Prameswaty, Made Hanindia Prami Swari, W. S. J. S. (2024). *Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tbc Paru Dengan Metode Certainty Factor Dan Dempster Shafer*. 8(5), 8658–8663.
- [12] Sidqiyah, E. D., Mustafidah, H., Fitriani, M. A., & Hamka, M. (2025). *Pengembangan Sistem Pakar untuk Skrining Awal Penderita Penyakit Tuberkulosis Menggunakan Forward Chaining*. 10(2), 348–358. <https://doi.org/10.30591/jpit.v9ix.xx> x.
- [13] Indrayani, L., Zulkarnain, Z., & Kamesrar, M. M. (2023). *Expert System for Diagnosing Areca Plant Diseases Using the Certainty Factor Method*. Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer), 12(2),

- 162–168.
<https://doi.org/10.32736/sisfokom.v12i2.1493>.
- [14] Akram, R., Fitria, D., Informatika, P. S., & Samudra, U. (2025). *Penerapan Fuzzy Logic Dan Case-Based Reasoning Pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Gizi Balita di Puskesmas Banyak Payed*. 8(1), 99–112.
- [15] Octavia, V., Hutagalung, J. E., Maulana, C. (2022). *Using Forward Chaining Methods To Diagnose Cholesterol Penerapan Metode Forward Chaining Untuk Mendiagnosa*. 3(6), 1689–1697.
- [16] Siddik Hasibuan, M., Triase, & Wahyu Habibi Hutabarat, D. (2024). *Sistem Pakar Diagnosis Awal Penyakit Faringitis Dan Laringitis Menggunakan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor*. Journal of Science and Social Research, 7(3), 1137–1146.
<http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR>.
- [17] Marlinda, L., Widiyawati, W., Indrarti, W., & Widiastuti, R. (2020). *Dog Disease Expert System Using Certainty Factor Method*. Sinkron, 4(2), 98.
<https://doi.org/10.33395/sinkron.v4i2.10538>.
- [18] Syahreza, R. A., Hutahaeen, J., & Afrisawati, A. (2023). *Implementation of Certainty Factor Method in Pest and Disease Diagnosis in Hydroponic Plants*. Jurnal Teknik Informatika (Jutif), 4(1), 235–246.
<https://doi.org/10.52436/1.jutif.2023.4.1.531>.
- [19] Zaelani, M. (2024). *Sistem Pakar Deteksi Dini Tingkat Stres Mahasiswa Terhadap Tugas Akhir Menggunakan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor Berbasis Android*.
- [20] Navintino, F. F., Fahreza, M. F., & Rilvani, E. (2025). *Tinjauan*

Literatur: Perbandingan Sistem Keamanan Pada Aplikasi Android Dan Ios. 4(1), 22–28.