

Artificial Intelligence

## Implementasi Metode *Certainty Factor* untuk Diagnosa Dini Tuberkulosis (TBC) Paru dan Ekstra Paru Berbasis Web

Ismail, Avriia Qaudy Cindy \*, Putri Dewi Ramadani

Program Studi Sistem Informasi, Universitas Lamappapoleonro, Watansoppeng, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 30 Januari 2026  
Revisi Akhir: 21 Juni 2026  
Diterbitkan Online: 30 Juni 2026

### KATA KUNCI

Certainty Factor  
Diagnosa Penyakit  
Penyakit TBC  
Sistem Pakar

### KORESPONDENSI (\*)

Phone: +62 853-9499-0557  
E-mail: [avriiaquady@gmail.com](mailto:avriiaquady@gmail.com)

### A B S T R A K

Tuberkulosis (TBC) merupakan penyakit menular akibat bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang masih menimbulkan beban kesehatan tinggi. Gejala TBC sering tumpang tindih dengan penyakit lain, sehingga tenaga kesehatan maupun masyarakat kerap menemui kendala saat melakukan identifikasi awal, terutama ketika akses ke fasilitas dan tenaga ahli terbatas. Penelitian ini mengembangkan sistem pakar berbasis web untuk membantu diagnosis dini TBC paru dan ekstra paru menggunakan metode *Certainty Factor* (CF) agar sistem dapat memodelkan ketidakpastian hubungan gejala dan penyakit. Penelitian menyusun basis pengetahuan dari studi literatur dan wawancara tenaga kesehatan, lalu memetakan pengetahuan ke dalam aturan (*rule*) serta bobot keyakinan yang direpresentasikan melalui nilai *measure of belief* dan *measure of disbelief*. Peneliti merancang aplikasi secara terstruktur melalui tahapan akuisisi pengetahuan, perancangan proses dan aliran data (*flowchart*, *context diagram*, dan *data flow diagram*), perancangan basis data, implementasi modul konsultasi, kemudian pengujian. Pengujian mencakup uji fungsional (*blackbox*) untuk memastikan setiap fitur berjalan sesuai kebutuhan, serta uji akurasi dengan membandingkan hasil perhitungan CF sistem terhadap diagnosis tenaga medis pada data uji. Sistem mengolah input gejala dari pengguna, menghitung tingkat kepastian setiap hipotesis penyakit, dan menampilkan diagnosis dengan nilai keyakinan serta rekomendasi penanganan. Hasil pengujian menunjukkan sistem memberikan hasil diagnosis dengan tingkat akurasi sebesar 85% dibandingkan diagnosis pakar, sehingga sistem dapat berperan sebagai alat bantu skrining awal TBC secara lebih cepat dan sistematis.

### PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TBC) merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Mycobacterium Tuberculosis*. Penyakit ini sangat mudah menular melalui udara, terutama ketika penderita TBC aktif (positif) batuk atau bersin sehingga melepaskan ribuan percikan dahak yang mengandung kuman ke udara [1]. Dalam satu kali batuk, pasien dapat menghasilkan hingga sekitar 3.000 percikan droplet. TBC dapat menyerang siapa pun tanpa memandang usia, namun kelompok usia produktif dan anak-anak tergolong paling rentan. Sekitar 75% pasien TBC berasal dari kelompok usia produktif. Pemanfaatan teknologi informasi saat ini berperan penting dalam mempercepat proses diagnosis hingga penanganan, karena dapat mempercepat pembaruan informasi medis serta meningkatkan kualitas data kesehatan [2].

TBC banyak menyerang kelompok usia produktif secara ekonomi, yakni antara 15–50 tahun. Seorang pasien TBC dewasa rata-rata kehilangan waktu kerja selama tiga hingga empat bulan, dan jika meninggal dunia akibat penyakit ini, maka potensi kehilangan pendapatan dapat mencapai hingga 15 tahun. Selain dampak ekonomi, TBC juga menimbulkan konsekuensi sosial yang serius, seperti diskriminasi dan pengucilan dari lingkungan sekitar. Indonesia sendiri menyumbang sekitar 5,8% dari total kasus TBC dunia. Penyakit ini masih menjadi salah satu masalah kesehatan utama di Indonesia, dengan sekitar 430.000 kasus baru setiap tahunnya, tingkat insidensi 189 per 100.000 penduduk, serta angka kematian sekitar 61.000 jiwa per tahun atau 27 per 100.000 penduduk [3].

Menurut [4], Indonesia menempati posisi ketiga dengan jumlah kasus TBC tertinggi di dunia setelah India dan Tiongkok, dengan perkiraan mencapai 700 ribu kasus. Meskipun angka kematian masih setara dengan tahun 2019, yaitu 27 per 100.000 penduduk, tingkat insidensinya mengalami sedikit penurunan menjadi 185 per 100.000 penduduk.

Sebagian besar infeksi TBC menyerang paru-paru, sekitar 80% dari seluruh kasus, namun bakteri ini juga dapat menyerang organ lain, yang dikenal sebagai TBC ekstra paru. Bentuk TBC paru merupakan jenis yang paling mudah menular karena bakteri penyebabnya tersebar melalui udara, sedangkan TBC ekstra paru menyerang organ tubuh lain melalui aliran darah. Banyak masyarakat masih beranggapan bahwa TBC hanya menyerang paru-paru, padahal infeksi ini dapat mengenai berbagai organ tubuh lainnya.

Penegakan diagnosis pasti terhadap penyakit TBC sering kali menjadi tantangan karena gejalanya dapat menyerupai penyakit lain. Oleh sebab itu, diagnosis sementara biasanya dilakukan berdasarkan gejala klinis yang kuat (presumtif) sambil menyingkirkan kemungkinan penyakit lain. Keterbatasan fasilitas kesehatan, kurangnya tenaga medis ahli di beberapa daerah, serta rendahnya pemahaman masyarakat tentang TBC sering menyebabkan keterlambatan diagnosis yang dapat memperburuk kondisi pasien. Untuk mengatasi hal tersebut, dikembangkan Sistem Informasi Rekam Medik Pasien yang berfungsi membantu tenaga medis dalam mengelola data kesehatan secara sistematis, mulai dari pencatatan, penyimpanan, hingga analisis data pasien. Sistem ini memungkinkan penyedia layanan kesehatan untuk memperoleh informasi yang lebih cepat, akurat, dan efisien dalam mendukung pengambilan Keputusan [5].

Sebuah aplikasi komputer yang sistematis sebagai alat bantu untuk melakukan diagnosis awal penyakit TBC sangat diperlukan untuk memudahkan tenaga ahli dalam menemukan bagian organ tubuh mana yang terserang penyakit TBC dan dapat mempercepat hasil diagnosa sehingga tenaga ahli dapat memberikan penanganan yang tepat. Sistem yang dibangun dalam penelitian ini adalah sistem yang menggunakan keahlian pakar dalam bidang kesehatan dengan menggunakan metode *certainty factor* dalam mendiagnosa sebuah penyakit. Menurut [6], metode *Certainty Factor* merupakan metode yang mendefinisikan ukuran kepastian terhadap fakta atau aturan, untuk menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap masalah yang sedang dihadapi, dengan menggunakan *Certainty Factor* dapat menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap suatu penyakit. Pada penelitian terdahulu penggunaan metode *certainty factor* (CF) biasa digunakan dalam beberapa penelitian sebuah sistem pakar yang mendalami ilmu pengetahuan terhadap kesehatan seperti penelitian “Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Asidosis Tubulus Renalis Menggunakan Metode Certainty Factor”, “Sistem Pakar Diagnose Penyakit Ibu Hamil Menggunakan Metode Certainty Factor”, Dan Diagnosa Penyakit Ginjal Menggunakan Metode Certainty Factor” [7]. Metode ini dipilih karena proses diagnosis penyakit sering kali tidak bersifat pasti, melainkan didasarkan pada gejala yang memiliki kemungkinan berbeda-beda terhadap suatu penyakit. Misalnya, gejala batuk yang dialami seseorang belum tentu menunjukkan bahwa orang tersebut menderita Tuberkulosis, karena gejala tersebut juga dapat muncul pada penyakit lain seperti flu atau infeksi saluran pernapasan biasa. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang mampu mengakomodasi tingkat keyakinan terhadap hubungan antara gejala dan penyakit.

Metode Certainty Factor memungkinkan sistem untuk merepresentasikan tingkat kepercayaan seorang pakar terhadap suatu diagnosis melalui nilai *Measure of Belief* (MB) dan *Measure of Disbelief* (MD). Dengan pendekatan ini, setiap gejala yang dimasukkan oleh pengguna akan dihitung berdasarkan tingkat keyakinan yang telah ditentukan oleh pakar medis. Hasil perhitungan tersebut kemudian menghasilkan nilai kepastian yang menunjukkan seberapa besar kemungkinan seseorang mengalami penyakit tertentu. Dengan demikian, metode Certainty Factor dinilai cocok digunakan dalam sistem pakar diagnosis penyakit TBC karena mampu mengolah ketidakpastian gejala serta mendekati cara berpikir seorang ahli dalam menentukan diagnosis awal.

## TINJAUAN PUSTAKA

### *Sistem Pakar*

Sistem pakar merupakan sistem berbasis komputer yang meniru cara berpikir seorang ahli melalui kumpulan pengetahuan dan aturan untuk menghasilkan rekomendasi atau keputusan. Sistem ini umumnya mengandalkan basis pengetahuan (*knowledge base*) yang memuat fakta, gejala, dan aturan, lalu mengolahnya melalui mekanisme inferensi agar sistem dapat menarik kesimpulan dari input pengguna secara terstruktur. Implementasi sistem pakar di bidang kesehatan banyak peneliti lakukan untuk membantu proses diagnosis awal ketika pengguna membutuhkan keputusan cepat berbasis gejala,

termasuk pada studi sistem pakar berbasis *forward chaining* di layanan kesehatan dan penelitian sistem pakar untuk skrining penyakit [8].

Dalam sistem pakar, proses pengambilan keputusan tidak dilakukan secara acak, melainkan melalui mekanisme penalaran yang terstruktur. Informasi yang diberikan oleh pengguna akan dianalisis menggunakan aturan-aturan logika yang telah ditetapkan, sehingga sistem dapat menghasilkan kesimpulan yang mendekati keputusan seorang ahli. Pemanfaatan sistem pakar sangat membantu pada bidang kesehatan, khususnya sebagai sarana pendukung diagnosis awal ketika ketersediaan tenaga medis terbatas [9].

### ***Tuberkulosis sebagai Permasalahan Kesehatan***

Tuberkulosis adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* dan masih menjadi masalah kesehatan serius. Penyakit ini menyebar melalui udara dan dapat menular dengan mudah, terutama dari penderita yang mengalami infeksi aktif. Meskipun sebagian besar kasus Tuberkulosis menyerang paru-paru, bakteri penyebabnya juga dapat menginfeksi organ tubuh lain [10].

Tuberkulosis yang menyerang organ di luar paru-paru dikenal sebagai Tuberkulosis ekstra paru. Jenis ini sering kali sulit dikenali karena gejala yang muncul tidak selalu spesifik dan dapat menyerupai penyakit lain. Akibatnya, proses diagnosis sering mengalami keterlambatan. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan berbasis teknologi yang mampu membantu proses identifikasi awal penyakit Tuberkulosis berdasarkan kombinasi gejala yang dialami pasien [11].

### ***Sistem Pakar untuk Diagnosis Tuberkulosis***

Sistem pakar diagnosis Tuberkulosis dirancang sebagai alat bantu untuk mengidentifikasi kemungkinan jenis penyakit TBC berdasarkan informasi gejala yang diberikan oleh pengguna. Sistem ini bekerja dengan membandingkan gejala yang dipilih pengguna dengan data pengetahuan medis yang telah disimpan di dalam sistem. Hasil dari proses tersebut berupa diagnosis awal yang disertai dengan tingkat keyakinan tertentu [12].

Pada penelitian ini, sistem pakar difokuskan untuk mendiagnosis beberapa jenis Tuberkulosis ekstra paru, antara lain Tuberkulosis tulang belakang, Tuberkulosis kelamin, Tuberkulosis ginjal, dan Tuberkulosis usus. Setiap jenis penyakit memiliki keterkaitan yang berbeda dengan masing-masing gejala, sehingga diperlukan metode perhitungan yang mampu merepresentasikan hubungan tersebut secara kuantitatif [13].

### ***Certainty Factor sebagai Metode Penalaran***

*Certainty Factor* merupakan metode yang digunakan untuk menyatakan tingkat kepastian terhadap suatu kesimpulan dalam sistem pakar. Metode ini dikembangkan untuk menghadapi kondisi ketidakpastian yang sering muncul dalam proses diagnosis medis. Alih-alih memberikan keputusan mutlak, *Certainty Factor* memungkinkan sistem untuk menyampaikan hasil diagnosis dalam bentuk tingkat keyakinan [14].

Nilai *Certainty Factor* diperoleh dari dua komponen utama, yaitu tingkat kepercayaan terhadap suatu hipotesis dan tingkat ketidakpercayaan terhadap hipotesis tersebut. Dalam sistem pakar diagnosis Tuberkulosis, nilai ini dipengaruhi oleh bobot gejala yang diberikan oleh pakar serta tingkat keyakinan pengguna terhadap gejala yang dialami. Perhitungan *Certainty Factor* secara umum dirumuskan sebagai berikut:

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

Nilai CF yang dihasilkan menunjukkan seberapa besar kemungkinan suatu penyakit berdasarkan gejala yang dimasukkan.

### ***Penerapan Certainty Factor pada Diagnosis TBC***

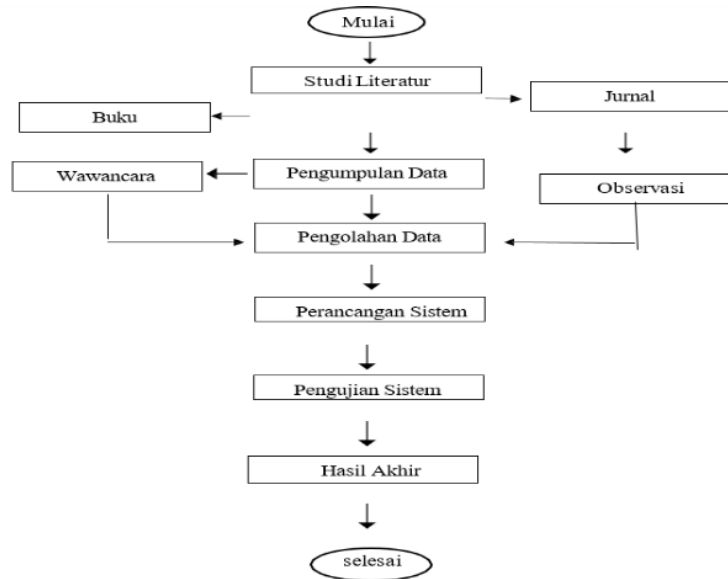
Dalam penerapan metode *Certainty Factor*, setiap gejala diberi nilai bobot sesuai dengan tingkat pengaruhnya terhadap jenis Tuberkulosis tertentu. Gejala yang memiliki pengaruh kuat terhadap suatu penyakit akan diberikan bobot lebih tinggi dibandingkan gejala dengan pengaruh rendah. Nilai bobot ini kemudian dikombinasikan dengan tingkat keyakinan pengguna dalam memilih gejala [15].

Proses penggabungan nilai *Certainty Factor* dari beberapa gejala menghasilkan tingkat keyakinan akhir terhadap masing-masing jenis penyakit. Diagnosis yang ditampilkan oleh sistem adalah penyakit dengan nilai kepastian tertinggi. Pendekatan ini memungkinkan sistem pakar memberikan hasil diagnosis yang lebih mendekati kondisi nyata, karena mempertimbangkan ketidakpastian yang melekat pada gejala medis [16].

## METODOLOGI

### Tahapan Penelitian

Dalam melakukan penelitian, salah satu langkah yang penting adalah membuat kerangka pemikiran. Kerangka pemikiran adalah strategi untuk mencapai penelitian yang telah ditetapkan dan berperan sebagai pedoman penelitian pada seluruh proses penelitian.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Tahapan ini dari mulai, studi literatur terdiri dua bagian buku dan jurnal, kemudian pengumpulan data terdiri dua bagian observasi dan wawancara, selanjutnya pengolahan data, perancangan sistem, pengujian sistem dan hasil akhir, terakhir selesai.

### Pengumpulan data

Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit TBC dirancang melalui lima tahapan utama dalam proses pengembangannya. Tahap pertama adalah pengumpulan informasi, yang berfokus pada pengambilan data dan fakta terkait penyakit. Tahap kedua melibatkan representasi pengetahuan, yaitu proses mengubah data medis menjadi bentuk pengetahuan yang dapat diolah oleh sistem. Selanjutnya, tahap ketiga adalah inferensi pengetahuan, yang berfungsi untuk menarik kesimpulan berdasarkan basis pengetahuan yang tersedia. Tahap keempat merupakan analisis teknik, di mana data yang telah dikumpulkan dan diolah dianalisis menggunakan pendekatan tertentu. Tahapan terakhir adalah penempatan pengetahuan, yaitu proses penerapan hasil pengetahuan ke dalam sistem agar dapat digunakan oleh pengguna akhir.

Pada tahap pengumpulan data, pengetahuan mengenai hubungan antara gejala dan penyakit Tuberkulosis diperoleh melalui studi literatur serta wawancara dengan tenaga medis yang memiliki kompetensi dalam penanganan penyakit TBC. Wawancara dilakukan dengan tenaga kesehatan yang berpengalaman dalam menangani pasien Tuberkulosis, sehingga informasi yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan basis pengetahuan sistem pakar. Dari proses wawancara tersebut diperoleh nilai tingkat keyakinan terhadap hubungan antara gejala dan penyakit yang dinyatakan dalam bentuk *Measure of Belief* (MB) dan *Measure of Disbelief* (MD).

Nilai MB menunjukkan tingkat kepercayaan pakar terhadap kemungkinan suatu penyakit berdasarkan gejala yang muncul, sedangkan nilai MD menggambarkan tingkat ketidakpercayaan terhadap hubungan tersebut. Nilai-nilai ini

kemudian digunakan dalam metode Certainty Factor (CF) untuk menghitung tingkat kepastian diagnosis yang dihasilkan oleh sistem.

### Representasi Pengetahuan

Dalam penelitian ini digunakan metode Certainty Factor (CF) sebagai pendekatan dalam sistem pakar. Metode ini diterapkan untuk mengukur tingkat kepastian terhadap hasil diagnosis penyakit berdasarkan data dan gejala yang ada. Penerapan sistem pakar dilakukan dengan memulai dari tahap perancangan sistem yang didasarkan pada data dan informasi medis yang dikumpulkan dari tenaga ahli. Setelah itu, dilakukan pembuatan basis data (database) yang berisi kumpulan gejala dan penyakit yang saling berkaitan, kemudian setiap gejala diberikan nilai CF (certainty factor) dalam skala tertentu sesuai tingkat keyakinan pakar terhadap hubungan gejala dengan penyakit tersebut.

$$CF[H, G] = TI(H,G) * UT(H,G)$$

Keterangan:

CF [H,G] menunjukkan tingkat ketidakpastian terhadap suatu hipotesis  $H$  yang dipengaruhi oleh gejala  $E$ . MB (H,G) menggambarkan derajat peningkatan kepercayaan terhadap hipotesis  $H$  akibat adanya gejala  $E$ . MD[H,G] merupakan derajat peningkatan ketidakpercayaan terhadap hipotesis  $H$  yang juga dipengaruhi oleh gejala  $E$ . Dalam sistem pakar, sering kali terdapat satu atau lebih aturan (rules) yang terdiri atas beberapa kondisi dan dihubungkan menggunakan operator logika seperti AND dan OR. Pengetahuan mengenai titik awal (starting point) tidak selalu bersifat pasti, karena nilai *Certainty Factor* (CF) yang dimasukkan pengguna dapat bervariasi tergantung pada tingkat keyakinan terhadap gejala yang dialami. Nilai CF tersebut juga dapat berasal dari hasil perhitungan sistem berdasarkan hipotesis yang diajukan. Adapun rumus perhitungan CF untuk berbagai kondisi yang mengarah pada hipotesis tertentu dijelaskan dalam persamaan (2), (3), dan (4).

$$CFH\{CFR1+CFR2-CFR1*CFR2;CF>0 \quad (2)$$

$$CFR1+CFR2+CFR1*CFR2 ;CF<0 \quad (3)$$

$$CFR1+CFR21-CFR1+CFR2;CF \quad (4)$$

Keterangan:

CF[H] merepresentasikan tingkat ketidakpastian terhadap suatu hipotesis  $H$ . CF(R1) menggambarkan nilai ketidakpastian pada titik awal (starting point), sedangkan CF(R2) menunjukkan nilai ketidakpastian pada titik akhir (finishing point).

### Inferensi Pengetahuan

Proses penerapan sistem pakar dimulai dari tahap pembangunan sistem, yang mencakup pengumpulan data dari ahli atau pakar TBC sebagai sumber utama informasi. Data tersebut kemudian diolah untuk membentuk basis data (database), di mana setiap gejala diberi nilai Certainty Factor (CF) berdasarkan tingkat keyakinan pakar terhadap hubungannya dengan penyakit tertentu. Melalui proses ini, sistem diharapkan mampu memberikan hasil diagnosis yang akurat beserta rekomendasi solusi yang sesuai dengan jenis penyakit TBC yang teridentifikasi. Jenis-jenis TBC yang dapat didiagnosis melalui sistem ini meliputi TBC tulang belakang, TBC pada organ reproduksi, TBC ginjal, serta TBC usus. Informasi mengenai pengkodean masing-masing jenis penyakit ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kode dan Nama Jenis Penyakit Tuberculosis

Kode	Keterangan Penyakit
P1	Tuberculosis Tulang Belakang
P2	Tuberculosis Kelamin
P3	Tuberculosis Ginjal
P4	Tuberculosis Usus

Suatu penyakit memiliki beberapa kemungkinan gejala, jadi suatu penyakit memiliki lebih dari satu aturan. Jenis Penyakit TBC hanya berfokus pada jenis penyakit umum.

Setiap jenis penyakit TBC memiliki beberapa gejala yang mempengaruhi dan ada juga beberapa gejala yang sangat mempengaruhi jenis penyakit tersebut. Gejala ini memiliki bobot tertinggi, jadi jika setidaknya satu gejala dipilih dengan efek yang kuat, itu memengaruhi nilai prediksi dari jenis diagnosis penyakit. Gejala masing-masing penyakit dijelaskan lebih detail pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Nilai CF Pakar

Kode Gejala	Nama Penyakit
G01	Tuberculosis Tulang Belakang
G02	Tuberculosis Tulang Belakang
G03	Tuberculosis Tulang Belakang
G04	Tuberculosis Tulang Belakang
G05	Tuberculosis Tulang Belakang
G06	Tuberculosis Tulang Belakang
G07	Tuberculosis Tulang Belakang
G08	Tuberculosis Tulang Belakang
G09	Tuberculosis Tulang Belakang
G10	Tuberculosis Tulang Belakang
G11	Tuberculosis Kelamin
G12	Tuberculosis Kelamin
G13	Tuberculosis Kelamin
G14	Tuberculosis Kelamin
G15	Tuberculosis Kelamin
G16	Tuberculosis Kelamin
G17	Tuberculosis Kelamin
G18	Tuberculosis Ginjal
G19	Tuberculosis Ginjal
G20	Tuberculosis Ginjal
G21	Tuberculosis Ginjal
G22	Tuberculosis Usus
G23	Tuberculosis Usus
G24	Tuberculosis Usus

Dalam desain sistem ini, aturan produksi dituliskan dalam bentuk pernyataan IF [asumsi] THEN [kesimpulan]. Dalam sistem pakar ini, sebuah aturan dapat memiliki banyak gejala. Untuk setiap gejala terkait digabungkan dengan operator logika dan (AND). Maka disusun rule (kaidah) yang berkaitan dengan penyakit tuberculosis sebagai berikut.

Tabel 3. Rule Data

No	Rule
Rule 1	IF G01 AND G02 AND G03 AND G05 AND G06 AND G08 AND G09 AND G15 THEN
Rule 2	IF G02 AND G04 AND G07 AND G08 AND G10 AND G12 AND G14 THEN TBC BTA (-)
Rule 3	IF G02 AND G04 AND G09 AND G12 AND G13 AND G14 THEN TBC LATEN

Dengan metode certainty factor perlu dilakukan penimbangan sifat penyakit terhadap gejala penyakit dan keyakinan pengguna terhadap gejala penyakit. Bobot gejala dan tingkat kepercayaan dimulai dari nol sampai dengan 1.

Tabel 4. Certainty Factor Jenis Penyakit TBC

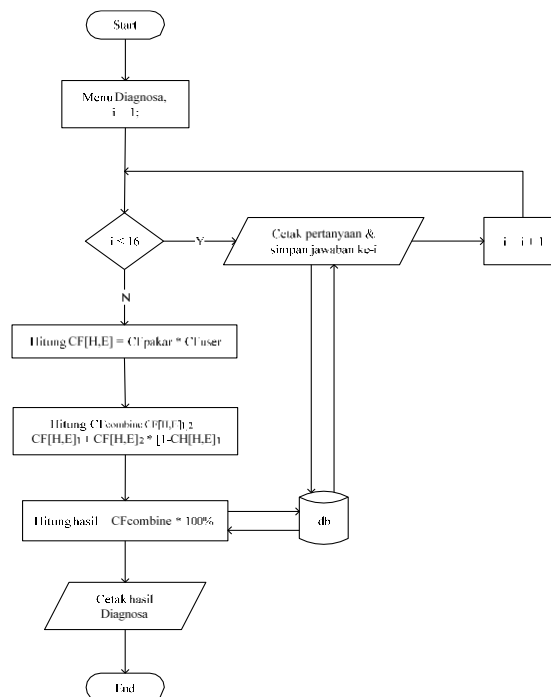
Tingkat Keyakinan terhadap Gejala	CF
Tidak Benar	0
Kurang Yakin	0,2
Kemungkinan Kecil	0,5
Kemungkinan Besar	0,6
Sangat Yakin	0,8

**Teknik Analisis**

Sistem diagnosis penyakit TBC ini bekerja dengan mengadaptasi pengetahuan para ahli atau dokter dalam pengobatan penyakit TBC dan meningkatkan pengetahuan tentang penyakit TBC baik dari buku kesehatan maupun internet. Dimulai dengan deklarasi variabel yang akan kita gunakan dalam program. Langkah selanjutnya adalah membuat layar, dimana layar tersebut berisi informasi awal yang diikuti dengan pertanyaan berupa gejala penyakit TBC. Pengguna harus memilih bagaimana perasaan mereka tentang gejala yang ada. Dalam hal ini diberikan 5 peringkat kepercayaan yaitu sangat yakin, kemungkinan besar, kemungkinan kecil, kurang yakin, tidak benar. Setiap gejala dan keyakinan memiliki bobot, dengan bobot yang berasal dari seorang profesional kesehatan. Menyimpang dari gejala yang ada, sistem menghitung pilihan pengguna mengenai gejala dan keyakinan yang dipilih oleh pengguna sistem. Dalam proses perhitungan, CF pengguna diperiksa dengan bobot gejala. Diantara hasil perhitungan tersebut, hasil terbesar adalah hasil sistem. Hasil sistem pakar menunjukkan diagnosis penyakit berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pengguna pakar dan persentase ketepatan diagnosis.

**Perancangan Sistem**

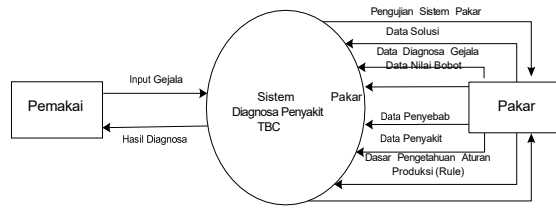
*Flowchart*



Gambar 2. Flowchart Sistem

Flowchart pada gambar di atas menggambarkan alur pada aplikasi. Proses diawali pilihan bagi user untuk melakukan registrasi untuk login. Halaman beranda akan muncul apabila user berhasil login. Selanjutnya pada halaman beranda tersedia empat pilihan yang dapat dipilih, yakni artikel informasi, diagnosa, rekam medik dan logout.

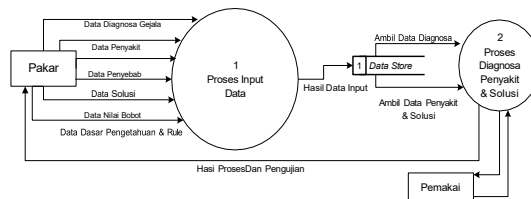
Contex Diagram dan Data Flow Diagram



Gambar 3. Contex Diagram dan Data Flow Diagram

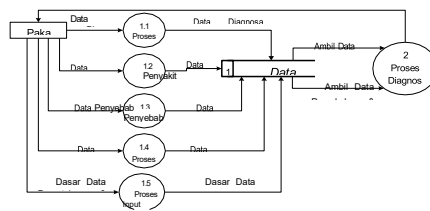
Contex Diagram yang merupakan bagan proses yang mewakili seluruh proses dalam sistem pakar.

Data Flow Diagram level 0



Gambar 4. Data Flow Diagram Level 0

Data Flow Diagram level 1



Gambar 5. Data Flow Diagram Level 0

Data Flow Diagram yang merupakan bagan proses yang menunjukkan aliran data dalam sistem pakar yang diusulkan

Model Penerapan Metode Certainty Factor

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 5. 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

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

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

### Perancangan Tabel Basis Data

Basis data adalah sekumpulan data yang disimpan secara sistematis didalam komputer dan dapat dimanipulasi dengan menggunakan program komputer untuk mendapatkan informasi dari basis data tersebut.

Tabel 6. Basis Data

Tabel Admin			
No	Nama	Tipe Data, Ukuran	Extra
1	Id_admin	Int (15)	Primary Key
2	Username	Varchar (50)	
3	Password	Varchar(50)	
Tabel Gejala			
No	Nama	Tipe Data, Ukuran	Extra
1	Id_gejala	Int (15)	Primary Key
2	Kode_gejala	Varchar (50)	
3	Nama_gejala	Varchar (200)	
4	Keterangan	Varchar (200)	
Tabel Penyakit dan Hasil Diagnosa			
No	Nama	Tipe Data, Ukuran	Extra
1	Id_penyakit	Int (15)	Primary Key
2	Kode_penyakit	Varchar (50)	
3	Nama_penyakit	Varchar (200)	
4	Definisi_penyakit	Varchar (200)	
5	Solusi_penyakit	Varchar (200)	

**Algoritma Sistem**

```
# Function to classify TB based on symptoms
def classify_tbc(symptoms):
    # Rule 1: If someone has a cough for 2 weeks or more
    if symptoms.get("batuk_2_minggu"):
        return "Terduga TB Aktif", "red"

    # Rule 2: If someone has a cough without duration and has fever
    if symptoms.get("batuk_apa_pun") and symptoms.get("demam"):
        return "Terduga TB Aktif", "red"

    # Rule 3: If someone has a cough without duration and has night sweats
    if symptoms.get("batuk_apa_pun") and symptoms.get("keringat_malam"):
        return "Terduga TB Aktif", "red"

    # Rule 4: If someone has a cough without duration and has weight loss
    if symptoms.get("batuk_apa_pun") and symptoms.get("berat_badan_turun"):
        return "Terduga TB Aktif", "red"

    # Rule 5: If someone has a cough without duration and has shortness of breath
    if symptoms.get("batuk_apa_pun") and symptoms.get("sesak_napas"):
        return "Terduga TB Aktif", "red"

    # Rule 6: If someone has swollen lymph nodes
    if symptoms.get("pembesaran_kelenjar"):
        return "Terduga TB Aktif", "red"

    # Rule 7: If someone lives with someone suspected of having TB or is on TB medication
    if symptoms.get("sakit_tb"):
        return "Terduga TB Laten", "orange" # You can choose a different color for this status

    return "Tidak Terduga TBC", "green"
```

Gambar 6. Source Code Metode *Certainty Factor*

Representasi pengetahuan dalam sistem pakar untuk skrining TBC dilakukan melalui basis pengetahuan dan basis aturan yang dirancang secara sistematis. Pengetahuan dinyatakan dalam bentuk aturan logika *if-then*, yang memungkinkan sistem untuk mengambil keputusan berdasarkan gejala yang dilaporkan oleh pengguna. Aturan-aturan ini merupakan komponen kunci dalam sistem pakar yang digunakan untuk menentukan kemungkinan seseorang menderita TBC atau tidak berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pengguna. *Shell* sistem pakar dibangun menggunakan metode penalaran *certainty factor* dengan bahasa pemrograman *Python* dan *framework* *Flask*. Proses pembuatan *shell* melibatkan pengembangan logika untuk menarik kesimpulan berdasarkan data yang dimasukkan oleh pengguna. Kode pemrograman yang digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis gejala dan menarik kesimpulan ditunjukkan pada gambar diatas.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Implementasi Metode menggunakan Metode *Certainty factor***

Mengingat banyaknya jenis penyakit TBC pada manusia maka sistem pakar ini hanya menampilkan gangguan TBC umum sebagai berikut:

Tabel 7. Penyakit TBC

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Deskripsi
P1	Tuberculosis Tulang Belakang	Infeksi bakteri yang menyerang tulang belakang
P2	Tuberculosis Kelamin	Infeksi bakteri yang menyerang organ reproduksi
P3	Tuberculosis Ginjal	Infeksi TBC yang menyerang aliran darah atau limfa ke ginjal
P4	Tuberculosis Usus	Infeksi yang menyerang pencernaan

Pada tabel diatas terdapat 5 kode penyakit, 5 nama penyakit dan deskripsi masing masing penyakit TBC.

Tabel 8. Gejala TBC

Kode Gejala	Gejala
G01	Nyeri Punggung Kronis
G02	Kaku pada punggung
G03	Kelemahan Otot
G04	Perubahan Struktur tulang
G05	Nyeri Panggul / Perut
G06	Menstruasi tidak teratur
G07	Pendarahan disiklus haid
G08	Keputihan abnormal
G08	Nyeri Pinggang
G09	Sering buang air kecil
G10	Sensasi terbakar saat buang air kecil
G11	Perubahan warna pada urine

G12	Nyeri perut
G13	Penurunan berat badan
G14	Demam dan turunnya nafsu makan
G15	Diare atau konstipasi

Pada tabel diatas terdapat 15 kode gejala yang digunakan untuk menentukan hasil diagnosa menggunakan metode certainty factor beserta 15 gejala yang ada dan akan digunakan dalam metode certainty factor.

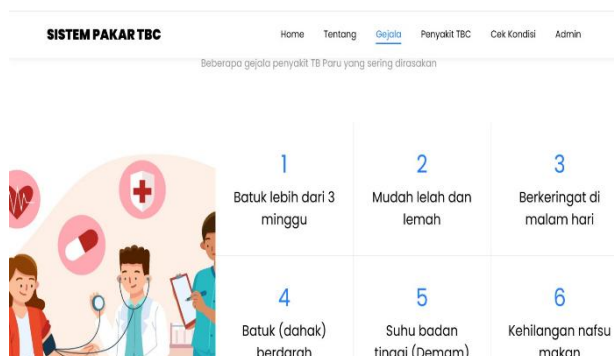
Tabel 9. Bobot Gejala Dengan Penyakit

Penyakit	Gejala	Tingkat Keparahan	Bobot
Tuberculosis Tulang Belakang	Nyeri Punggung Kronis	High	0.8
	Kaku pada punggung	Medium	0.6
	Kelemahan Otot	Medium	0.7
	Perubahan Struktur tulang	High	0.5
Tuberculosis Kelamin	Nyeri Panggul / Perut	Medium	0.5
	Menstruasi tidak teratur	Medium	0.3
	Pendarahan disiklus haid	Medium	0.5
	Keputihan abnormal	High	0.6
Tuberculosis Ginjal	Nyeri Pinggang	Medium	0.4
	Sering buang air kecil	High	0.8
	Sensasi terbakar saat buang air kecil	High	0.7
	Perubahan warna pada urine	Medium	0.3
Tuberculosis Usus	Nyeri perut	High	0.6
	Penurunan berat badan	High	0.7
	Demam dan turunnya nafsu makan	Medium	0.4
	Diare atau konstipasi	Medium	0.5

Pada tabel diatas merupakan gabungan hasil yang akan di gunakan untuk melakukan implementasi kepada metode selanjutnya, dimana tabel diatas memberikan nama penyakit, gejala penyakit, tingkat keparahan penyakit dan bobot yang diberikan.

Formulir hasil berfungsi sebagai tampilan output dari proses diagnosis penyakit. Pada bagian atas form, sistem menampilkan identitas pengguna atau pendiagnosa, kemudian diikuti oleh daftar gejala yang sebelumnya telah dipilih pada tahap pemeriksaan. Selanjutnya, pada bagian bawah ditampilkan hasil akhir diagnosis, yang mencakup nama penyakit TBC yang terdeteksi, penjelasan mengenai definisi penyakit, serta saran atau solusi penanganan yang sesuai dengan hasil diagnosis tersebut. Tampilan Desain Web.

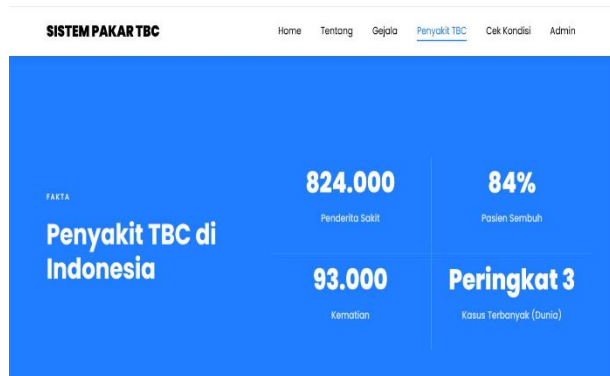
### Menu Gejala



Gambar 7. Menu Gejala

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

Menu Penyakit



Gambar 8. Menu Penyakit

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

Menu Diagnosa



Gambar 9. Menu Diagnosa

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

**Pengujian Sistem**

*Pengujian Blackbox Testing*

*Blackbox testing* adalah metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada fungsionalitas aplikasi dari sudut pandang pengguna, tanpa melihat struktur internal atau kode programnya.

Tabel 10. *Blackbox testing*

Menu	Tombol Diuji	Output Yang Diharapkan	Pengamatan	Simpulan
Login	Login	Menampilkan Menu Utama	Menu Utama ditampilkan	Diterima
	Close	Menutup jendela aplikasi	Jendela aplikasi tertutup	Diterima
Utama	Diagnosa	Menampilkan Menu Diagnosa	Menu Diagnosa ditampilkan	Diterima
	Profil	Menampilkan Menu Profil	Menu Profil ditampilkan	Diterima
	Info	Menampilkan Menu Info	Menu Info ditampilkan	Diterima
	Close	Menutup jendela aplikasi	Jendela aplikasi tertutup	Diterima
Diagnosa	Masuk	Menampilkan layar dialog diagnosa penyakit mata	Layar dialog diagnosa penyakit mata ditampilkan	Diterima
	Keluar	Menampilkan Menu Utama selanjutnya	Menu Utama ditampilkan	Diterima
Diagnosa		Menampilkan layar dialog hasil diagnosa setelah memenuhi setiap rule yang ada	Layar dialog hasil diagnosa ditampilkan	Diterima

		Tidak menampilkan layar dialog hasil diagnosa bila tidak memenuhi setiap <i>rule</i> yang ada	Layar dialog hasil diagnosa ditampilkan	Diterima
	Tidak	Tidak menampilkan pertanyaan diagnosa selanjutnya	Pertanyaan diagnosa selanjutnya tidak ditampilkan	Diterima
	<i>Cancel</i>	Menutup jendela Dialog Diagnosa, membuka jendela Menu Utama	Jendela Dialog Diagnosa tertutup, jendela Menu Utama terbuka	Diterima
	<i>Clean</i>	Menghapus tulisan di <i>Lebel Caption</i>	Tulisan di <i>Lebel Caption</i> terhapus	Diterima
Hasil Diagnosa	Menu Diagnosa	Menampilkan jendela Menu Diagnosa	Jendela Menu Diagnosa ditampilkan	Diterima
	Menu Utama	Menampilkan jendela Menu Utama	Jendela Menu Utama ditampilkan	Diterima
	<i>Close</i>	Menutup semua jendela aplikasi	Semua jendela aplikasi tertutup	Diterima

### Pengujian Beta Testing

*Beta Testing* dilakukan oleh pengguna akhir (*end user*) tanpa kehadiran *developer*. Pengguna mencoba perangkat lunak dalam lingkungan operasional yang sebenarnya, lalu mencatat semua masalah dan memberikan laporan kepada *developer* untuk perbaikan lebih lanjut.

Tabel 11. *Beta testing*

No	Menu	Tampilan pengguna	Feedback dari end user	Sistem
1	Akses Sistem	Pengguna mencoba mengakses sistem di berbagai perangkat	Sistem dapat digunakan di mobile dan PC dengan baik	Berhasil
2	Kemudahan Pengguna	Pengguna mencoba memahami cara kerja sistem tanpa panduan	Sebagian besar pengguna dapat memahami cara kerja sistem dengan mudah	Berhasil
3	Akurasi Diagnosa	Pengguna membandingkan Hasil diagnosa Dengan kondisi Nyata tanaman	Hasil diagnosa sesuai dengan gejala yang diinput	Berhasil

### Data Rekam Medis Pasien Sebagai Data Uji

Tabel 12. Rekam Medis

No	Kode Pasien	Gejala Utama	Diagnosa Dokter	Diagnosa Sistem	Hasil
1.	P01	Batuk >2 minggu, demam, penurunan berat badan	TBC Paru	TBC Paru	Sesuai
2.	P02	Batuk, pilek, demam ringan	Flu	Flu	Sesuai
3.	P03	Batuk berdahak, sesak napas	Bronkitis	Bronkitis	Sesuai
4.	P04	Batuk lama, keringat malam	TBC Paru	TBC Paru	Sesuai
5.	P05	Demam tinggi, batuk	ISPA	Flu	Tidak

					Sesuai
6.	P06	Batuk >2 minggu, lemas	TBC Paru	TBC Paru	Sesuai
7.	P07	Pilek, sakit tenggorokan	Flu	Flu	Sesuai
8.	P08	Batuk berdarah	TBC Paru	TBC Paru	Sesuai
9.	P09	Batuk ringan	Flu	Flu	Sesuai
10.	P10	Batuk lama, sesak	TBC Paru	TBC Paru	Sesuai

### Perhitungan Akurasi Sistem

Akurasi dihitung dengan rumus:

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah diagnosa yang sesuai}}{\text{Jumlah seluruh data uji}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan:

Jumlah data uji = 10 pasien

Diagnosa sistem yang sesuai dengan dokter = 9 pasien

$$Akurasi = \frac{9}{10} \times 100\% = 90\%$$

Berdasarkan hasil pengujian terhadap 10 data pasien, sistem pakar yang dikembangkan mampu menghasilkan tingkat akurasi sebesar 90% jika dibandingkan dengan hasil diagnosa dokter. Hal ini menunjukkan bahwa metode Certainty Factor dapat digunakan untuk membantu proses diagnosa awal penyakit Tuberkulosis berdasarkan gejala yang dialami pasien.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai perancangan aplikasi sistem pakar untuk diagnosis dini Tuberkulosis (TBC) paru dan ekstra paru, peneliti menyimpulkan hal-hal berikut: Peneliti merancang aplikasi sistem pakar berbasis web untuk membantu proses diagnosis dini TBC dengan menerapkan metode *Certainty Factor* (CF) sebagai mekanisme inferensi. Peneliti menyusun basis pengetahuan dari hasil studi literatur dan wawancara, kemudian merepresentasikannya dalam bentuk data penyakit, data gejala, bobot keyakinan, serta aturan (*rule*) agar sistem dapat memproses input gejala secara terstruktur. Aplikasi melakukan analisis berdasarkan gejala yang pengguna pilih dan tingkat keyakinan pengguna terhadap gejala tersebut, lalu sistem menghitung nilai kepastian (CF) untuk setiap hipotesis penyakit. Sistem menampilkan hasil diagnosis berupa jenis penyakit yang paling mungkin beserta nilai keyakinan dalam bentuk persentase dan informasi penanganan sebagai keluaran konsultasi awal. Hasil pengujian menunjukkan aplikasi mampu memberikan diagnosis yang mendekati diagnosis tenaga medis pada data uji, dengan tingkat akurasi sebesar 85%. Temuan ini menunjukkan metode *Certainty Factor* relevan untuk membantu skrining awal TBC ketika gejala bersifat tidak pasti dan saling tumpang tindih.

### Saran

Agar penelitian dan aplikasi ini dapat berkembang serta memiliki reliabilitas yang lebih kuat, peneliti menyarankan:

1. Penelitian lanjutan dapat memperluas basis pengetahuan dengan menambah variasi jenis TBC dan memperkaya daftar gejala, termasuk memasukkan gejala yang lebih spesifik untuk TBC ekstra paru agar sistem dapat membedakan diagnosis secara lebih granular.
2. Penelitian lanjutan perlu memperkuat evaluasi akurasi dengan menambah jumlah dan variasi data uji rekam medis, serta menerapkan skenario uji yang lebih beragam agar pengukuran performa sistem tidak bias pada kasus tertentu.
3. Pengembangan berikutnya dapat menambahkan fitur pelacakan riwayat konsultasi yang lebih rapi (rekam medis), peningkatan validasi input gejala, serta peningkatan pengalaman pengguna pada antarmuka web dan perangkat mobile agar sistem lebih mudah digunakan oleh pengguna non-teknis.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] T. Alfianto, U. Kristen, and K. Wacana, "Aplikasi Diagnosa Dini Penyakit Tuberculosis Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor," pp. 121-127, 2018.
- [2] N. Aini and H. R. Hatta, "Sistem Pakar Pendiagnosa Penyakit Tuberkulosis," vol. 12, no. 1, pp. 56-63, 2017.
- [3] A. Aos and R. Riwanti, "Pelaksanaan Sistem Informasi Administrasi Kependudukan (Siak) Dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Informasi Pada Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil Kabupaten Cirebon," CENDEKIA Jaya, vol. 1, no. 1, pp. 1-24, 2019, doi: 10.47685/cendekia-jaya.v1i1.6.
- [4] R. Aprilia and R. Wijaya, "Implementasi Sistem Informasi Pelayanan Administrasi Kependudukan (Siak) Di Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil Kota Bandung Provinsi Jawa Barat," J. Regist., vol. 2, no. 2, pp. 107-120, 2020, doi: 10.33701/jurnalregistratie.v2i2.2377.
- [5] P. Astuti, "Penerapan Metode Waterfall Dalam Pembuatan Sistem Informasi Dana Kas Kecil Pada Pt. Natur Pesona Indonesia," EVOLUSI J. Sains dan Manaj., vol. 8, no. 1, pp. 36-45, 2020, doi: 10.31294/evolusi.v8i1.7461.
- [6] A. U. Bani and F. Nugroho, "Sistem Pakar Dalam Diagnosa Penyakit Tuberculosis Otak Menggunakan Metode Certainty Factor," vol. 4, pp. 1170-1174, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i4.2507.
- [7] Y. Bolo, B. Koten, B. Deta, and A. N. Weking, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Menular Tuberculosis Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Web Mobile," vol. 4, no. 3, pp. 43-52, 2025.
- [8] M. H. Botutihe and T. L. Rahman, "Penerapan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Metode Certainty Factor (CF) pada Dinas Pertanian Kabupaten Pohuwato," vol. 8, no. 3, pp. 1748-1757, 2025.
- [9] N. S. Fatonah, F. I. Komputer, and U. E. Unggul, "METODE CERTAINTY FACTORY DALAM MENDIAGNOSA," vol. 2, no. 2, pp. 3030-3040.
- [10] H. R. Hidayat and W. Wiguna, "Aplikasi Diagnosa Penyakit Tuberculosis Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Android," vol. 3, no. 1, pp. 20-29, 2021.
- [11] S. S. Ismail Ismail, Nursakti Nursakti, U. Lamappapoleonro, S. S. Selatan, P. Mata, and F. Chaining, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mata Menggunakan Metode Forward Chaining Pada Rusd Latemmamala Soppeng," vol. 1, no. 1, pp. 1-6, 2024, doi: 10.25126/Rister.
- [12] J. Matematika, U. Medan, and F. Chaining, "Dengan Menggunakan Metode Forward," vol. 8, no. 3, pp. 1-15, 2022.
- [13] A. A. Nabila and A. Desiani, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tuberculosis Dengan Metode Certainty," pp. 1-7.
- [14] S. Pakar and M. Penyakit, "Peguruang: Conference Series," vol. 3, no. April, 2021.
- [15] S. F. Ramadhan, "Sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit tbc dengan metode certainty factor laporan tugas akhir," 2023.
- [16] A. Sari et al., "Sistem Informasi Layanan Kependudukan Berbasis Web Di Desa Pannai Makmur Kecamatan Semidang Aji Menggunakan PHP & MySQL," vol. 12, no. 2, pp. 1-9, 2021.
- [17] E. D. Sidqiyah, H. Mustafidah, M. A. Fitriani, and M. Hamka, "Jurnal Informatika: Jurnal pengembangan IT Pengembangan Sistem Pakar untuk Skrining Awal Penderita Penyakit Tuberculosis Menggunakan Forward Chaining," vol. 10, no. 2, pp. 348-358, 2025, doi: 10.30591/jpit.v10i2.8621.
- [18] A. Sindar, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pohon Karet dengan Metode Certainty Factor," vol. 4, no. 2, pp. 94-100, 2019.
- [19] U. Sutisna, A. Fiorenza, D. Sofia, S. Fitri, P. Studi, and T. Informatika, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit TBC Menggunakan Algoritma Forward Chaining dan Certainty Factor Berbasis Android di Puskesmas Kedaung Barat," vol. 8, no. 2, 2025.
- [20] M. R. Syahwana and R. M. Simanjorang, "Analisa Sistem Pakar Metode Bayes Dalam Mendiagnosa Penyakit Tuberculosis," vol. 1, pp. 57-66, 2022.
- [21] I. Syamsudin et al., "Penerapan Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Tuberculosis (Tb) Paru Berbasis Web," vol. 7, no. 2, pp. 126-135, 2022.
- [22] M. A. Tahir, P. Studi, S. Informasi, U. Lamappapoleonro, K. Soppeng, and S. Selatan, "Sistem Informasi Rekam Medis Pasien Pada Puskesmas Sewo Dengan Metode Waterfall," vol. 6, pp. 120-131, 2023.
- [23] W. Wirdawati, R. Sovia, and B. Hendrik, "Diagnosa Penyakit Tuberculosis Paru Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor," pp. 5-8, 2025.
- [24] D. S. Wulandari and M. G. Rohman, "Implementasi Metode Naïve Bayes Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tuberculosis," vol. 7, no. 3, pp. 64-76, 2023.