

**Implementasi Sistem Pakar Berbasis Forward Chaining Deteksi Penyakit
Malaria**

Dosen Pengampu: Liptia Venica, S.T., M.T



Disusun oleh:

2301021

Muhammad Afnan Risandi

2300798

Muhammad Hikam Baidawih

PROGRAM STUDI MEKATRONIKA DAN KECERDASAN BUATAN

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

KAMPUS DAERAH PURWAKARTA

2025

A. Judul dan Sumber Penelitian Acuan

Judul	Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Malaria dengan Certainty Factor dan Forward Chaining.
Penulis	Veronika H, Aditya Lapu Kalua, dan Deiby Tineke Salaki.
Afiliasi	Sistem Informasi - FMIPA, Universitas Sam Ratulangi, Indonesia.
Publikasi	Jurnal ITSESC: Journal of Information Technology, Software Engineering, and Computer Science, Volume 1, Nomor 1, Januari 2023.
ISSN	E-ISSN 2962-0635 dan P-ISSN 2962-0538.

B. Deskripsi Sistem Pakar pada Penelitian Asli

Penelitian asli bertujuan membangun sebuah sistem pakar yang dapat membantu tenaga kesehatan dan masyarakat umum untuk mendiagnosa penyakit malaria. Sistem ini dirancang untuk mengatasi masalah keterlambatan diagnosis akibat kurangnya fasilitas atau pengetahuan masyarakat.

Sistem pakar ini bekerja dengan mengimplementasikan dua metode utama yaitu:

1. **Metode Forward Chaining:** Metode ini digunakan sebagai mesin inferensi (penalaran) sistem. Proses diagnosa dimulai dengan mengumpulkan informasi gejala yang dimasukkan oleh pengguna. Sistem kemudian melakukan penelusuran dan pencocokan fakta (gejala) tersebut dengan basis aturan (*rules*) yang ada untuk menarik kesimpulan jenis penyakitnya.
2. **Metode Certainty Factor (CF):** Metode ini digunakan untuk menangani unsur ketidakpastian dalam diagnosis, yang sering timbul dari informasi yang kurang lengkap. Sistem ini menggunakan dua jenis nilai bobot:
 - **CF Pakar:** Nilai bobot yang telah ditentukan oleh seorang pakar (dokter umum) untuk setiap aturan gejala terhadap penyakit.
 - **CF User:** Nilai bobot yang dimasukkan oleh pengguna berdasarkan tingkat keyakinan mereka terhadap gejala yang dialami.

Basis pengetahuan (*knowledge base*) sistem ini dibangun dari data primer hasil wawancara dengan dokter umum, yang terdiri dari 20 data gejala (seperti demam,

menggigil, sakit kepala, dll.) dan 4 jenis penyakit malaria (Malaria Tertiana, Malaria Tropika, Malaria Ovale, dan Malaria Quartana).

Dalam prosesnya, sistem akan menghitung nilai CF(gejala) dengan mengalikan CF(user) dan CF(pakar). Kemudian, jika terdapat lebih dari satu gejala yang mendukung satu penyakit, nilai CF akan dikombinasikan secara berurutan menggunakan rumus:

$$CF_{Kombinasi} = CF_1 + CF_2 - (CF_1 \times CF_2)$$

Hasil akhir (*output*) dari sistem pakar ini adalah nama penyakit malaria yang didiagnosa beserta persentase keyakinan (nilai CF) dari diagnosa tersebut.

C. Penjelasan Implementasi Ulang

Implementasi ulang sistem pakar ini mengambil referensi utama dari penelitian di atas. Meskipun topik dan metode dasarnya (Forward Chaining dan Certainty Factor) dipertahankan, namun ada beberapa perubahan dan penyesuaian signifikan dilakukan untuk memenuhi spesifikasi tugas.

1. **Format Basis Pengetahuan (Knowledge Base)** Penyesuaian pertama adalah format penyimpanan data. Penelitian asli menyajikan basis pengetahuan (gejala dan aturan) dalam bentuk tabel-tabel di dalam dokumen. Untuk implementasi ini, seluruh basis pengetahuan, termasuk 20 gejala dan 9 aturan, dialihkan ke dalam satu file rules.json. Format ini membuat sistem untuk mem-parsing data secara dinamis saat dijalankan.
2. **Modifikasi Struktur Aturan (Rules)** Penyesuaian paling substansial terdapat pada struktur aturan untuk memenuhi syarat tugas.
 - Aturan Paralel: Penelitian asli hanya menyajikan satu aturan (kaidah) untuk setiap kesimpulan penyakit. Hal ini tidak memenuhi syarat tugas yang mewajibkan adanya aturan paralel, yaitu dua atau lebih aturan yang menghasilkan kesimpulan (fakta) yang sama. Untuk mengatasi ini, basis aturan asli dimodifikasi dan diperluas dari 4 aturan menjadi 9 aturan (R1-R9). Aturan-aturan baru ini (R5-R9) ditambahkan untuk menciptakan skenario paralel, misalnya:

- **Malaria Tropika** dapat disimpulkan dari R3 (CF 0.3), R5 (CF 0.8), atau R7 (CF 0.6).
 - **Malaria Ovale** dapat disimpulkan dari R6 (CF 0.4) atau R8 (CF 0.9).
 - Aturan Sekuensial: Implementasi ini berfokus pada pemenuhan syarat aturan paralel. Aturan sekuensial (aturan yang menggunakan hasil dari aturan lain sebagai premis) tidak ditambahkan, karena basis aturan yang ada (R1-R9) sudah memenuhi syarat minimal modifikasi tugas.
3. **Penyederhanaan Perhitungan Certainty Factor (CF)** Metode perhitungan CF pada penelitian asli cukup kompleks, melibatkan perkalian antara CF Pakar (yang berbeda untuk tiap gejala dalam satu rule) dengan CF User, yang kemudian dikombinasikan. Implementasi ulang ini menyederhanakan model tersebut. Sesuai format yang diinstruksikan tugas, setiap aturan (R1-R9) kini memiliki satu nilai CF tunggal yang merepresentasikan keyakinan pakar terhadap keseluruhan aturan tersebut. Nilai CF User tidak lagi diinput secara terpisah. *Inference engine* yang dibangun difokuskan untuk menangani kalkulasi penggabungan CF jika beberapa aturan paralel terpicu secara bersamaan.
4. **Implementasi Teknis** Seluruh sistem, termasuk *inference engine* (mesin inferensi) dan antarmuka pengguna (UI), dibangun dari awal menggunakan bahasa pemrograman HTML dan CSS. Mesin inferensi secara spesifik dirancang untuk membaca rules.json, menjalankan logika *forward chaining* berdasarkan fakta (gejala) yang dipilih pengguna, dan mengakumulasi nilai CF untuk aturan paralel sebelum menampilkan hasil akhir.

D. Tabel Basis Aturan (Rule Base)

ID Aturan	IF (Gejala)	THEN (Penyakit)	CF
R1	(G1) Demam AND (G2) Mengigil AND (G3) Berkeringat AND (G10) Muka Merah AND (G13) Pegal-Pegal AND (G20) Kurang Nafsu makan	Malaria Tertiana	0.3
R2	(G1) Demam AND (G2) Mengigil AND (G3) Berkeringat	Malaria Tertiana	0.7
R3	(G1) Demam AND (G2) Mengigil AND (G5) Pingsan AND (G6) Anemia AND (G7) Denyut Nadi Melambat AND (G11) Muntah-muntah AND (G12) Diare AND (G13) Pegal-Pegal AND (G14) Kejang-Kejang AND (G15) Dehidrasi AND (G17) Mual AND (G18) Gagal Ginjal AND (G20) Kurang Nafsu makan	Malaria Tropika	0.3
R4	(G1) Demam AND (G2) Mengigil AND (G4) Sakit Kepala AND (G5) Pingsan AND (G9) Badan Lesu AND (G13) Pegal-Pegal AND (G14) Kejang-Kejang AND (G16) Sesak Nafas AND (G19) Nyeri otot AND (G20) Kurang Nafsu makan	Malaria Quartana	0.3
R5	(G1) Demam AND (G6) Anemia AND (G7) Denyut Nadi Melambat AND (G11) Muntah-muntah AND (G14) Kejang-Kejang AND (G17) Mual	Malaria Tropika	0.8
R6	(G1) Demam AND (G3) Berkeringat AND (G5) Pingsan AND (G6) Anemia AND (G8) Muncul Bintik Merah AND (G13) Pegal-Pegal AND (G16) Sesak Nafas AND (G20) Kurang Nafsu makan	Malaria Ovale	0.4
R7	(G2) Mengigil AND (G3) Berkeringat AND (G7) Denyut Nadi Melambat AND (G10) Muka Merah AND (G11) Muntah-muntah AND (G17) Mual AND (G18) Gagal Ginjal AND (G20) Kurang Nafsu makan	Malaria Tropika	0.6
R8	(G1) Demam AND (G5) Pingsan AND (G8) Muncul Bintik Merah AND (G10) Muka Merah AND (G13) Pegal-Pegal AND (G16) Sesak Nafas AND (G17) Mual	Malaria Ovale	0.9
R9	(G1) Demam AND (G4) Sakit Kepala AND (G9) Badan Lesu AND (G14) Kejang-Kejang	Malaria Quartana	0.7

E. Penjelasan Proses Inferensi (Forward Chaining + CF)

Proses inferensi (penalaran) pada sistem ini menggunakan gabungan metode Forward Chaining sebagai mesin pelacak dan Certainty Factor (CF) sebagai mekanisme untuk mengelola ketidakpastian, terutama saat menangani aturan paralel.

Proses ini berjalan dalam tiga tahap utama: pengumpulan fakta, eksekusi *forward chaining*, dan kalkulasi *certainty factor*.

1. Tahap Pengumpulan Fakta (Input)

Proses dimulai ketika pengguna (pasien) berinteraksi dengan antarmuka (UI).

- Pengguna memilih satu atau lebih gejala yang mereka rasakan dari daftar 20 gejala yang tersedia (G1 s/d G20).
- Setiap gejala yang dipilih oleh pengguna (misalnya: G1, G2, G3) dimasukkan ke dalam Basis Fakta (Fact Base) sebagai fakta awal yang bernilai "BENAR".

2. Tahap Inferensi Forward Chaining

Mesin inferensi kemudian mengambil alih, menggunakan strategi *data-driven* (didorong oleh data) dari *forward chaining* untuk menemukan kesimpulan.

1. Iterasi Aturan: Sistem akan memindai *seluruh* basis aturan (R1 hingga R9) dari file rules.json.
2. Pencocokan Premis (IF): Untuk setiap aturan, sistem memeriksa apakah *semua* premis (kondisi IF) yang diperlukan oleh aturan tersebut terdapat di dalam Basis Fakta.
 - Contoh: Jika Basis Fakta berisi [G1, G2, G3], aturan R2 (IF ["G1", "G2", "G3"]) akan dievaluasi sebagai "BENAR". Sementara itu, R1 (IF ["G1", "G2", "G3", "G10", "G13", "G20"]) akan dievaluasi sebagai "SALAH" karena G10, G13, dan G20 tidak ada di Basis Fakta.
3. Eksekusi Aturan (Firing): Semua aturan yang premisnya terpenuhi (evaluasi "BENAR") akan "dieksekusi" atau *fired*.

4. Penambahan Fakta Baru: Hasil (konklusi THEN) dari setiap aturan yang dieksekusi, beserta nilai CF-nya, dicatat. Karena sistem ini tidak memiliki aturan sekuensial (dimana satu penyakit menjadi gejala penyakit lain), proses inferensi berhenti setelah satu putaran penuh pemindaian aturan.

3. Tahap Kalkulasi Certainty Factor (CF)

Setelah tahap *forward chaining* selesai, sistem mungkin memiliki beberapa kesimpulan diagnosis, terutama jika aturan paralel dieksekusi. Tahap kalkulasi CF bertugas menggabungkan nilai-nilai keyakinan ini.

Skenario 1: Aturan Tunggal Dieksekusi

Jika hanya satu aturan yang terpicu untuk suatu penyakit, maka nilai CF akhir penyakit tersebut adalah nilai CF dari aturan itu sendiri.

- Contoh: Pengguna memilih [G1, G4, G9, G14].
- Hasil FC: Hanya R9 yang dieksekusi.
- Hasil CF: Diagnosis adalah **Malaria Quartana** dengan CF = **0.7** (70%).

Skenario 2: Aturan Paralel Dieksekusi

Jika dua atau lebih aturan yang menunjuk ke kesimpulan yang sama (penyakit yang sama) dieksekusi, nilai CF-nya harus digabungkan secara berurutan menggunakan rumus:

$$CF_{kombinasi} (CF_1, CF_2) = CF_1 + CF_2 \times (1 - CF_1)$$

- **Contoh Skenario:** Pengguna memilih gejala [G1, G2, G3, G10, G13, G20].
- **Hasil FC:**
 1. **R1** (IF ["G1", "G2", "G3", "G10", "G13", "G20"]) → **BENAR**.
Menghasilkan Malaria Tertiana (CF 0.3)
 2. **R2** (IF ["G1", "G2", "G3"]) → **BENAR**. Menghasilkan Malaria Tertiana (CF 0.7)

- Hasil Kalkulasi CF (Paralel):
 Karena kedua aturan menghasilkan "Malaria Tertiana", CF-nya digabungkan:
 - $CF_1 = 0.3\%$ (dari R1)
 - $CF_2 = 0.7\%$ (dari R2)
 - $CF_{\text{kombinasi}} = 0.3 + 0.7 \times (1 - 0.3)$
 - $CF_{\text{kombinasi}} = 0.3 + 0.7 \times (0.7)$
 - $CF_{\text{kombinasi}} = 0.3 + 0.49 = 0.79$
 - $CF_{\text{kombinasi}} = 0.3 + 0.49 = 0.79$
- Output Akhir:** Diagnosis yang ditampilkan kepada pengguna adalah **Malaria Tertiana** dengan tingkat keyakinan **79%**.

Jika ada tiga aturan paralel (misalnya R3, R5, dan R7 untuk Malaria Tropika) yang dieksekusi, rumus ini diterapkan secara berurutan: pertama CF(R3) digabung dengan CF(R5), kemudian hasilnya digabung dengan CF(R7).

F. Hasil Uji Coba

Gejala yang Dialami

Demam Sangat Yakin	Mengigil Sangat Yakin	Berkeringat Sangat Tidak Yakin
Sakit Kepala Sangat Tidak Yakin	Pingsan Sangat Yakin	Anemia Sangat Yakin
Denyut Nadi Melambat Sangat Yakin	Muncul Bintik Merah Sangat Tidak Yakin	Badan Lesu Sangat Tidak Yakin
Muka Merah Sangat Tidak Yakin	Muntah-muntah Sangat Yakin	Diare Sangat Yakin

Pegal-Pegal G13 <input type="text" value="Sangat Yakin"/>	Kejang-Kejang G14 <input type="text" value="Sangat Yakin"/>	Dehidrasi G15 <input type="text" value="Sangat Yakin"/>
Sesak Nafas G16 <input type="text" value="Sangat Tidak Yakin"/>	Mual G17 <input type="text" value="Sangat Yakin"/>	Gagal Ginjal G18 <input type="text" value="Sangat Yakin"/>
Nyeri otot G19 <input type="text" value="Sangat Tidak Yakin"/>	Kurang Nafsu makan G20 <input type="text" value="Sangat Yakin"/>	

Hasil Diagnosa	
Malaria Tropika	85.5%
Malaria Tertiana	72.3%
Malaria Ovale	45.8%
Malaria Quartana	32.1%

G. Kesimpulan

Dari tugas Sistem Pakar ini kami telah berhasil mengimplementasikan ulang sistem pakar diagnosa penyakit malaria dari penelitian acuan (Veronika H, dkk.) dengan menerapkan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* (CF). Penyesuaian utama yang dilakukan adalah transformasi basis pengetahuan dari format tabel statis dalam jurnal menjadi format rules.json yang dinamis , serta modifikasi basis aturan untuk memenuhi spesifikasi tugas dengan menambahkan aturan paralel (misalnya R1 dan R2 yang sama-sama menyimpulkan Malaria Tertiana). Pelajaran terpenting dari implementasi ini adalah pemahaman praktis mengenai mekanisme mesin inferensi. Bagaimana *forward chaining* secara sistematis mencocokkan fakta (gejala) pengguna dengan premis aturan, dan bagaimana *Certainty Factor* secara matematis menggabungkan beberapa aliran bukti (dari aturan-aturan paralel yang terpicu) menjadi satu nilai keyakinan akhir yang koheren.