

## Pengembangan Sistem Pakar untuk Skrining Awal Penderita Penyakit Tuberkulosis Menggunakan *Forward Chaining*

Elis Dhia Sidqiyah<sup>1</sup>, Hindayati Mustafidah<sup>2</sup>, Maulida Ayu Fitriani<sup>3</sup>, Muhammad Hamka<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Jl. KH. Ahmad Dahlan, Dusun III, Dukuhwaluh, Kec. Kembaran, Kabupaten Banyumas, Purwokerto, 53182, Indonesia

### Info Artikel

#### Riwayat Artikel:

Received 2025-03-29

Revised 2025-04-30

Accepted 2025-04-30

**Abstract** – Tuberculosis (TB) is a respiratory system disease categorized as an infectious disease. TB cases have not been well reported, with around 36% of the 1,060,000 TB cases potentially being a source of transmission. Many people do not understand the symptoms of TB, so early detection is often overlooked. TB screening criteria include symptoms of prolonged cough, fever, night sweats, weight loss, shortness of breath, and enlarged lymph nodes. This study aims to develop a web-based expert system for early TB screening. The system uses a forward chaining inference method with 9 “if-then” logic rules. The inference method in the system makes it possible to draw conclusions gradually based on the information provided. The architecture of the TB screening expert system, which includes interaction between the front-end and back-end, was designed to facilitate efficient user interaction as well as obtain real-time screening results. Testing was conducted using a test case-based method, where 9 symptom combinations were tested. The novelty of this system lies in the ability to generate output in PDF format as a screening document. The user interface is built using HTML and CSS and the system utilizes Flask as a web framework. The results show that the logic rules can generate appropriate conclusions based on the reported symptom combinations. Thus, the system not only improves the TB screening process, but also contributes to increasing public awareness of TB symptoms.

**Keywords:** Tuberculosis; Expert System; Screening; Forward Chaining Method.

### Corresponding Author:

Hindayati Mustafidah

Email: h.mustafidah@ump.ac.id



This is an open access article under the [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

**Abstrak** – Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit sistem pernapasan yang masuk kategori penyakit menular. Kasus TB belum sepenuhnya dilaporkan dengan baik, ada sekitar 36% dari 1.060.000 kasus TB yang berpotensi menjadi sumber penularan. Banyak masyarakat yang kurang memahami gejala TB, sehingga deteksi dini seringkali terabaikan. Kriteria skrining TB meliputi gejala batuk berkepanjangan, demam, berkeringat pada malam hari, penurunan berat badan, sesak napas, dan pembesaran kelenjar getah bening. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar berbasis web untuk skrining awal TB. Sistem ini menggunakan metode inferensi *forward chaining* dengan 9 aturan logika “if-then”. Metode inferensi dalam sistem memungkinkan untuk menarik kesimpulan secara bertahap berdasarkan informasi yang diberikan. Arsitektur sistem pakar skrining TB yang mencakup interaksi antara front-end dan back-end, dirancang untuk memfasilitasi interaksi pengguna yang efisien serta mendapatkan hasil skrining secara *real-time*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode berbasis kasus uji, di mana 9 kombinasi gejala diuji. Kebaruan sistem ini terletak pada kemampuan menghasilkan luaran dalam format PDF sebagai dokumen skrining. Antarmuka pengguna dibangun menggunakan HTML dan CSS serta sistem memanfaatkan *Flask* sebagai framework web. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aturan logika dapat menghasilkan kesimpulan yang tepat berdasarkan kombinasi gejala yang dilaporkan. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya meningkatkan proses skrining TB, tetapi juga berkontribusi untuk peningkatan kesadaran masyarakat terhadap gejala TB.

**Kata Kunci:** Tuberkulosis, Sistem Pakar, Skrining, Metode Forward Chaining.

## I. PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit menular yang menjadi isu kesehatan serius di seluruh dunia, termasuk di Indonesia dengan jumlah kasus TB tertinggi [1]. Menurut data dari SITB per 2 Oktober 2023, terkonfirmasi terdapat 682.170 kasus TB (64%) dari target 90%, sehingga masih ada sekitar 36% dari 1.060.000 kasus TB yang belum dilaporkan dengan baik. Jumlah kasus TB yang belum terdeteksi ini menjadi sumber penularan TB di masyarakat [2]. Bakteri *Mycobacterium Tuberculosis* adalah penyebab penyakit ini, yang dapat menyerang berbagai organ tubuh, terutama paru-paru, dan dapat menyebar melalui udara [3]. Gejala umum TB meliputi batuk, demam, berkeringat di malam hari, penurunan berat badan, dan kelelahan [4]. Meskipun upaya penanggulangan TB telah dilakukan, tantangan tetap ada dalam mendeteksi dini dan memberikan penanganan yang tepat waktu. Skrining dini sangat penting untuk mencegah penyebaran penyakit, terutama di kalangan kontak serumah penderita TB yang berisiko tinggi [5]. Namun, hambatan utama yang dihadapi masyarakat adalah tingginya biaya konsultasi dokter dan kurangnya pengetahuan tentang penyakit tuberkulosis serta gejalanya [6]. Situasi ini sering mengakibatkan penanganan yang terlambat, sehingga memperparah kondisi penderita [7]. Sebagai contoh, di Puskesmas Kesugihan II, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah, proses skrining TB

masih dilakukan secara manual. Metode ini memerlukan waktu, dan banyak masyarakat yang kesulitan melakukan deteksi dini. Akibatnya, sering terlambat dalam mencari penanganan yang tepat karena kurangnya pengetahuan tentang gejala yang perlu diwaspadai.

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi, kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi masalah dalam skrining TB. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah sistem pakar, yaitu perangkat lunak yang dirancang untuk meniru cara pengambilan keputusan seorang ahli dalam menyelesaikan masalah tertentu [8]. Sistem ini berfungsi untuk menyimpan pengetahuan para ahli dalam sebuah program, sehingga dapat diakses dan digunakan untuk kepentingan masyarakat [9]. Pengembangan sistem pakar ini, digunakan basis aturan logika “*if-then*” untuk memberikan hasil skrining awal berdasarkan gejala yang dilaporkan oleh pengguna. *Forward chaining* dan *backward chaining* adalah dua metode penarikan kesimpulan yang paling umum digunakan dalam sistem pakar [10]. Pelacakan ke depan (*forward chaining*) memungkinkan sistem menarik kesimpulan secara bertahap berdasarkan informasi yang diberikan. Metode ini dipilih karena dapat menganalisis gejala yang disertakan dan memberikan saran yang relevan. Sebaliknya, pelacakan ke belakang (*backward chaining*) dimulai dengan hipotesis atau kesimpulan yang ingin diuji, kemudian sistem akan mencari bukti atau informasi yang mendukung hipotesis tersebut. Keunggulan dari sistem pakar adalah kemampuannya untuk mengolah data gejala secara otomatis, yang memungkinkan hasil skrining diberikan dalam waktu singkat.

Berbagai penelitian telah dilakukan mengenai sistem pakar yang menggunakan metode *forward chaining*. Misalnya, penelitian oleh Mustafidah et al. [11] berfokus pada pengembangan sistem pakar yang didasarkan pada kualitas air dan kondisi wilayah untuk menentukan jenis ikan air tawar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan rekomendasi jenis ikan air tawar yang paling cocok untuk dibudidayakan sesuai kualitas air dan kondisi wilayah yang ada. Penelitian yang dilakukan oleh Andryana, Mardiani, dan Syihab [12] mengembangkan sistem pakar untuk pemilihan minat program studi menggunakan metode *forward chaining*. Aplikasi yang dihasilkan memudahkan pemilihan jurusan perguruan tinggi berdasarkan latar belakang akademik dan minat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi berfungsi sesuai harapan, mengikuti aturan metode *forward chaining*, dan memberikan solusi yang tepat kepada pengguna. Metode *forward chaining* digunakan dalam sistem pakar untuk menemukan kerusakan mesin ekskavator dibahas dalam penelitian yang dilakukan oleh Dyah dan Hermawanto [13]. Penelitian ini menjelaskan proses identifikasi, diagnosis, dan solusi menggunakan kaidah aturan *if-then* sebagai representasi pengetahuan, serta penggabungan aturan untuk menghasilkan kesimpulan. Hasilnya menunjukkan bahwa metode *forward chaining* mencapai tingkat akurasi 90% berdasarkan 10 kali pengujian.

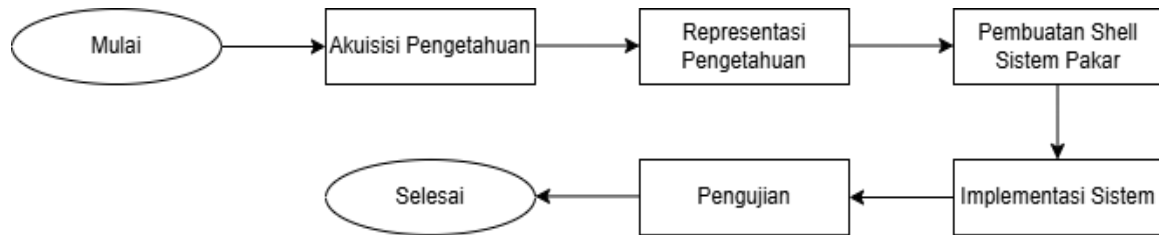
Penelitian terkait sistem pakar untuk diagnosis medis manusia menggunakan metode *forward chaining* telah banyak dilakukan. Dalam pengembangan sistem pakar untuk mendiagnosis dan memprediksi jenis persalinan pada ibu hamil, Budisaputro, Mathar, dan Villasari [14] menunjukkan bahwa sistem ini beroperasi secara efektif dalam menampilkan pertanyaan diagnosis dan memberikan kesimpulan mengenai jenis persalinan. Penelitian yang dilakukan oleh Negara dan Toba [15] berfokus pada pengembangan fitur dalam aplikasi mobile Hidup Bebas Tanpa Tuberkulosis (HEBAT). Tujuannya untuk menciptakan sistem skrining yang efisien menggunakan metode *forward chaining* untuk mendeteksi pasien tuberkulosis (TB). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi mobile berbasis HEBAT berhasil secara efektif mengatasi penyebaran TB di Purwakarta. Penelitian oleh Hamrul, Ibrahim, dan Wajidi [16] mengembangkan sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit kulit dengan menggabungkan algoritma *forward chaining* dan *certainty factor*. Penelitian ini menunjukkan bahwa system yang dikembangkan dengan metode *forward chaining* bekerja dengan baik, dengan tingkat keberhasilan 80% setelah dilakukan 10 kali pengujian. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Pulungan dan Medelfii [17] mengembangkan sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit ginjal dengan metode *forward chaining*. Penelitian ini berfokus pada penalaran berdasarkan gejala yang ada untuk menarik kesimpulan, dan metode *forward chaining* telah berhasil diterapkan dalam diagnosis penyakit tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar berbasis web yang dapat melakukan skrining awal pada penderita tuberkulosis (TB) dengan menggunakan metode *forward chaining*. Metode ini akan menganalisis gejala yang dilaporkan oleh pengguna. Dengan adanya sistem ini, diharapkan masyarakat dapat memperoleh hasil skrining yang tepat, sehingga dapat mengurangi angka penularan TB dan meningkatkan kesadaran akan pentingnya pemeriksaan kesehatan.

## II. METODE

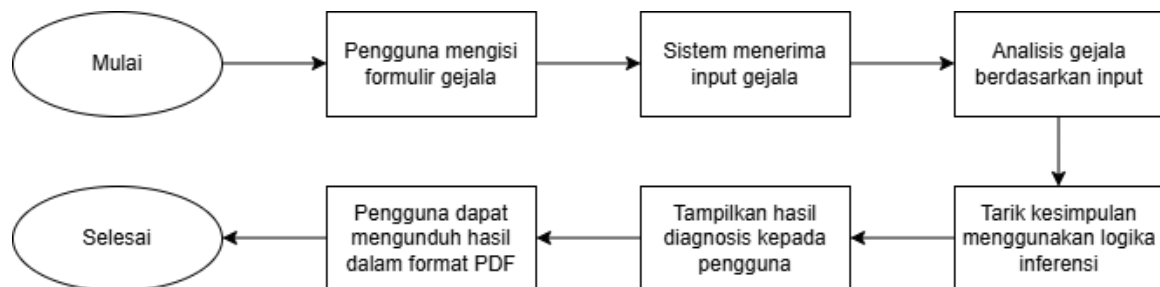
Metode pengumpulan data melalui diskusi pakar dan data sekunder di Dinas Kesehatan Kabupaten Cilacap. Data yang diperoleh berupa data pertanyaan skrining awal untuk penyakit tuberkulosis (TB), yang terdiri dari delapan pertanyaan yang dirancang khusus untuk membantu dalam mengidentifikasi individu yang terduga menderita TB. Melalui data ini, sistem dapat memperoleh informasi yang relevan mengenai gejala-gejala

yang berkaitan dengan TB, serta catatan yang menyatakan status seseorang sebagai terduga TB atau tidak. Gambar 1 menunjukkan diagram alur proses pengembangan sistem pakar yang akan dibuat.



Gambar 1. Flowchart pengembangan sistem pakar

Selanjutnya, Gambar 2 menggambarkan diagram alur kerja skrining TB oleh sistem pakar. Diagram ini menunjukkan langkah-langkah proses skrining, mulai dari input gejala oleh pengguna hingga output hasil diagnosis. Langkah-langkah yang ditampilkan mencakup pengisian data gejala oleh pengguna, penerimaan input oleh sistem, analisis berdasarkan gejala yang dimasukkan, penarikan kesimpulan menggunakan logika inferensi, serta tampilan hasil diagnosis kepada pengguna. Pengguna juga memiliki opsi untuk mengunduh hasil dalam format PDF.



Gambar 2. Diagram alur kerja skrining TB

Langkah-langkah opsional penelitian yang dilakukan pada Gambar 1 adalah sebagai berikut:

#### A. Akuisisi Pengetahuan

Data skrining awal diperlukan untuk mengidentifikasi individu yang terduga menderita penyakit tuberkulosis (TB). Delapan pertanyaan yang disusun oleh pihak Dinas Kesehatan Kabupaten Cilacap dirancang untuk mengumpulkan informasi mengenai gejala-gejala yang berkaitan dengan TB. Tabel 1 menunjukkan formulir pertanyaan skrining awal.

TABEL 1  
FORMULIR PERTANYAAN SKRINING AWAL PENYAKIT TB

NO	PERTANYAAN SKRINING BATUK (beri tanda $\checkmark$ pada jawaban di samping)	YA	TIDAK
1.	Apakah anda batuk selama 2 minggu atau lebih?		
2.	Apakah anda sedang batuk? Tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari)		
3.	Apakah anda mengalami demam hilang timbul tanpa penyebab jelas?		
4.	Apakah anda berkeringat malam hari tanpa kegiatan?		
5.	Apakah berat badan turun tanpa penyebab yang jelas / nafsu makan turun		
6.	Apakah sesak napas tanpa nyeri dada ?		
7.	Apakah ada pembesaran di leher atau di ketiak (kelenjar getah bening lebih dari 2 cm)		
8.	Apakah ada yang sakit TB / sedang minum obat TB dalam satu rumah		

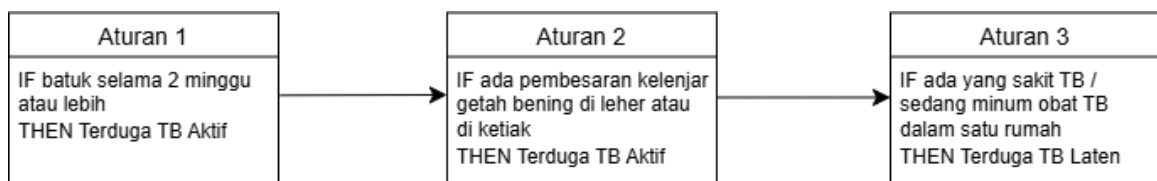
#### B. Representasi Pengetahuan

Model kaidah produksi, yaitu *IF* kondisi *THEN* aksi, digunakan untuk menampilkan atau menyusun data yang telah dikumpulkan. Aturan yang dicantumkan dalam Tabel 2 merupakan pengembangan dari luaran yang terdapat dalam Tabel 1 semula hanya ada 2 yaitu terduga TB aktif dan terduga TB laten menjadi 3 luaran yaitu terduga TB aktif, terduga TB laten dan tidak terduga TB. Tabel 2 menyajikan aturan-aturan yang digunakan untuk menentukan kemungkinan seseorang menderita tuberkulosis (TB) berdasarkan gejala yang dilaporkan oleh pengguna.

TABEL 2  
KUMPULAN ATURAN SKRINING AWAL TB

NO	Aturan	Kesimpulan
1.	IF batuk selama 2 minggu atau lebih	THEN Terduga TB Aktif
2.	IF batuk tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari) AND demam hilang timbul tanpa penyebab jelas OR (berkeringat malam hari tanpa kegiatan OR berat badan turun tanpa penyebab yang jelas / nafsu makan turun OR sesak napas tanpa nyeri dada)	THEN Terduga TB Aktif
3.	IF batuk tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari) AND berkeringat malam hari tanpa kegiatan OR (demam hilang timbul tanpa penyebab jelas OR berat badan turun tanpa penyebab yang jelas / nafsu makan turun OR sesak napas tanpa nyeri dada)	THEN Terduga TB Aktif
4.	IF batuk tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari) AND berat badan turun tanpa penyebab yang jelas / nafsu makan turun OR (demam hilang timbul tanpa penyebab jelas OR berkeringat malam hari tanpa kegiatan OR sesak napas tanpa nyeri dada)	THEN Terduga TB Aktif
5.	IF batuk tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari) AND sesak napas tanpa nyeri dada OR (demam hilang timbul tanpa penyebab jelas OR berkeringat malam hari tanpa kegiatan OR berat badan turun tanpa penyebab yang jelas / nafsu makan turun)	THEN Terduga TB Aktif
6.	IF ada pembesaran kelenjar getah bening di leher / di ketiak	THEN Terduga TB Aktif
7.	IF ada yang sakit TB / sedang minum obat TB dalam satu rumah	THEN Terduga TB Laten
8.	IF batuk tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari)	THEN Tidak Terduga TB
9.	IF demam hilang timbul tanpa penyebab jelas OR berkeringat malam hari tanpa kegiatan OR berat badan turun tanpa penyebab yang jelas / nafsu makan turun OR sesak napas tanpa nyeri dada	THEN Tidak Terduga TB

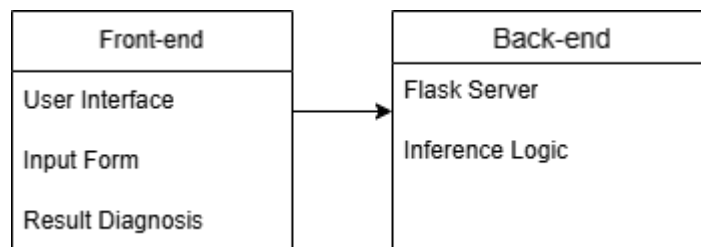
Logika inferensi dalam sistem pakar skrining TB dapat mendiagnosis gejala. Gambar 3 menunjukkan aturan yang mengarah kategori luaran TB. Sistem menggunakan logika *if-then* untuk menarik kesimpulan berdasarkan gejala yang diamati.



Gambar 3. Visualisasi logika inferensi

### C. Pembuatan Shell Sistem Pakar

Shell sistem pakar dibangun menggunakan metode penalaran *forward chaining* dengan spesifikasi teknis pengembangan mencakup *Visual Studio Code* sebagai IDE, dengan bahasa pemrograman Python dan *Flask* sebagai *framework* web. Antarmuka pengguna dibangun menggunakan HTML dan CSS. Proses inferensi dilakukan di sisi *back-end* tanpa basis data permanen. Hasil diagnosis disiapkan dalam format PDF menggunakan library *ReportLab*. Arsitektur sistem pakar skrining TB, yang ditunjukkan pada Gambar 4, mencakup interaksi antara *front-end* dan *back-end*. *Front-end* terdiri dari antarmuka pengguna, data input untuk memasukkan gejala, dan tampilan hasil diagnosis. Sementara itu, *back-end* menggunakan server *Flask* untuk memproses permintaan dari *front-end* dan menerapkan logika inferensi dengan aturan *if-then* untuk menentukan diagnosis.



Gambar 4. Arsitektur sistem pakar skrining TB

### D. Implementasi Sistem

Dalam rancangan implementasi sistem, data input terdiri dari delapan pertanyaan skrining gejala TB, dengan pilihan “Ya” atau “Tidak” untuk setiap pertanyaan. Hasil kesimpulan luaran menunjukkan status terduga TB aktif, laten, atau tidak terduga TB, dan dapat diunduh hasil dalam format PDF bagi pengguna.

### E. Pengujian

Dalam pengembangan sistem pakar, pengujian logika aturan merupakan tahapan penting untuk memastikan sistem beroperasi sesuai aturan yang ditetapkan. Metode yang digunakan dalam pengujian sistem pakar berbasis kasus uji (*test case*) dengan divalidasi tenaga Puskesmas Kesugihan II bidang penanganan TB. Evaluasi sistem difokuskan pada kecepatan respon (waktu inferensi) dan ketahanan terhadap input parsial. Waktu inferensi diukur untuk mengetahui durasi sistem dalam memberikan diagnosis setelah menerima input gejala. Pengujian data yang diinput secara parsial oleh pengguna, sistem ini dapat memberikan kategori luaran TB.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Akuisisi pengetahuan dalam pengembangan sistem pakar untuk skrining TB dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber yang relevan, termasuk pedoman diagnosis dan penatalaksanaan TB di Indonesia [18], buku tentang pencegahan tuberkulosis menjelaskan tanda dan gejala TB yang perlu diwaspadai oleh masyarakat [19], serta jurnal kesehatan vokasional menyajikan informasi mengenai epidemiologi tuberkulosis yang membantu dalam memahami penyebaran dan faktor risiko penyakit ini [20]. Data yang diperoleh mencakup gejala-gejala TB dan saran tindak lanjut penanganan TB.

Representasi pengetahuan dalam sistem pakar untuk skrining TB 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 TB atau tidak berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pengguna.

*Shell* sistem pakar dibangun menggunakan metode penalaran *forward chaining* 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 5. Kode tersebut menunjukkan bagaimana sistem menganalisis gejala yang dimasukkan dan menentukan diagnosis serta hasil skrining pengguna berdasarkan aturan yang telah ditetapkan.

```
# 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 5. Potongan kode program

Setelah proses pengembangan, sistem pakar selanjutnya diimplementasikan. Antarmuka pengguna dirancang untuk memfasilitasi interaksi antara pengguna dan sistem. Pengguna dapat memasukkan gejala yang dialami dan dapat mengetahui hasil skrining melalui sistem ini. Gambar 6 menunjukkan tampilan awal sistem untuk pilihan memulai proses skrining. Terdapat tombol yang jelas untuk memulai, sehingga pengguna dapat langsung melanjutkan ke langkah berikutnya.



Gambar 6. Tampilan awal sistem skrining kesehatan TB

Gambar 7 memperkenalkan pengguna dengan informasi singkat mengenai pentingnya skrining dini untuk TB. Desain yang intuitif diharapkan dapat meningkatkan pemahaman pengguna mengenai langkah-langkah yang harus dilakukan.



Gambar 7. Informasi mengenai pentingnya skrining dini untuk TB

Proses skrining awal untuk tuberkulosis (TB) dimulai dengan mengisi gejala yang dialami melalui isian formulir skrining TB pada sistem (Gambar 8). Pengguna diminta untuk memilih “Ya” atau “Tidak” untuk setiap gejala yang dialami, sehingga sistem dapat melakukan analisis yang tepat berdasarkan masukan yang diberikan.

**Formulir Skrining TBC**

**Gejala TBC**

Apakah anda batuk selama 2 minggu atau lebih?  
Ya Tidak

Apakah anda sedang batuk?  
tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari)  
Ya Tidak

Apakah ada pembesaran kelenjar getah bening di leher atau di ketiak?  
Ya Tidak

Apakah ada yang sakit TB / sedang minum obat TB dalam satu rumah?  
Ya Tidak

Apakah anda mengalami demam hilang timbul tanpa penyebab jelas?  
Ya Tidak

Apakah anda berkeringat malam hari tanpa kegiatan?  
Ya Tidak

Apakah berat badan turun tanpa penyebab yang jelas/nafsu makan turun?  
Ya Tidak

Apakah sesak napas tanpa nyeri dada?  
Ya Tidak

[Diagnosis](#)

Gambar 8. Formulir skrining gejala TB

Setelah gejala yang dimasukkan pengguna ke isian formulir skrining TBC, sistem melakukan analisis untuk menentukan hasil pemeriksaan. Proses ini melibatkan evaluasi gejala yang dilaporkan oleh pengguna melalui mesin inferensi, berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Jika pengguna memilih “Ya” untuk salah satu dari gejala berikut yaitu batuk selama 2 minggu atau lebih; pembesaran kelenjar getah bening di leher atau di ketiak; atau ada yang sakit TB dalam satu rumah secara otomatis sistem mendiagnosis hasilnya, yaitu pengguna terduga TBC. Hasil skrining ditampilkan dalam format yang terstruktur, dengan hasil pemeriksaan kategori status “Terduga TBC Aktif (Gambar 9), “Terduga TBC Laten” (Gambar 10) dan “Tidak Terduga TB” (Gambar 11). Hasil skrining ditentukan berdasarkan aturan-aturan yang ditetapkan dalam basis pengetahuan. Proses ini melibatkan analisis gejala yang dilaporkan oleh pengguna melalui mesin inferensi, yang mengevaluasi kondisi kesehatan berdasarkan kriteria yang telah ditentukan.

**Hasil Skrining TBC**

**Gejala yang Diperiksa:**

- Mengalami batuk selama 2 minggu atau lebih: TIDAK
- Mengalami batuk tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari): YA
- Mengalami pembesaran kelenjar getah bening di leher atau di ketiak: TIDAK
- Ada yang sakit TB / sedang minum obat TB dalam satu rumah: TIDAK
- Mengalami demam hilang timbul tanpa penyebab jelas: YA
- Mengalami berkeringat malam hari tanpa kegiatan: YA
- Mengalami berat badan turun tanpa penyebab yang jelas/nafsu makan turun: TIDAK
- Mengalami sesak napas tanpa nyeri dada: TIDAK

**Hasil Pemeriksaan: **Terduga TB Aktif****

[Download PDF](#)

[Kembali](#)

Gambar 9. Hasil pemeriksaan TB yang menunjukkan status "Terduga TB Aktif"

### Hasil Skrining TBC

**Gejala yang Diperiksa:**

- Mengalami batuk selama 2 minggu atau lebih: TIDAK
- Mengalami batuk tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari): TIDAK
- Mengalami pembesaran kelenjar getah bening di leher atau di ketiak: TIDAK
- Ada yang sakit TB / sedang minum obat TB dalam satu rumah: YA
- Mengalami demam hilang timbul tanpa penyebab jelas: TIDAK
- Mengalami berkeringat malam hari tanpa kegiatan: TIDAK
- Mengalami berat badan turun tanpa penyebab yang jelas/nafsu makan turun: TIDAK
- Mengalami sesak napas tanpa nyeri dada: TIDAK

**Hasil Pemeriksaan: Terduga TB Laten**

[Download PDF](#)

[Kembali](#)

Gambar 10. Hasil pemeriksaan TB yang menunjukkan status "Terduga TB Laten"

### Hasil Skrining TBC

**Gejala yang Diperiksa:**

- Mengalami batuk selama 2 minggu atau lebih: TIDAK
- Mengalami batuk tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari): TIDAK
- Mengalami pembesaran kelenjar getah bening di leher atau di ketiak: TIDAK
- Ada yang sakit TB / sedang minum obat TB dalam satu rumah: TIDAK
- Mengalami demam hilang timbul tanpa penyebab jelas: YA
- Mengalami berkeringat malam hari tanpa kegiatan: YA
- Mengalami berat badan turun tanpa penyebab yang jelas/nafsu makan turun: TIDAK
- Mengalami sesak napas tanpa nyeri dada: TIDAK

**Hasil Pemeriksaan: Tidak Terduga TBC**

[Download PDF](#)

[Kembali](#)

Gambar 11. Hasil pemeriksaan TB yang menunjukkan status "Tidak Terduga TB"

Hasil pemeriksaan pada Gambar 9, Gambar 10, dan Gambar 11 menampilkan pilihan menu yaitu menu untuk mengunduh PDF dan menu kembali ke halaman awal skrining TBC. Pengguna dapat mencetak atau menyimpan hasil skrining dalam format PDF dengan mengklik tombol yang disediakan. Selanjutnya, Gambar 12 menunjukkan hasil unduhan PDF bahwa pengguna terduga TBC aktif, Gambar 13 menunjukkan hasil unduhan PDF pengguna terduga TB laten, dan Gambar 14 menunjukkan hasil unduhan PDF pengguna tidak terduga TB.

### Formulir Skrining TBC

**Hasil Skrining Gejala**

Mengalami batuk selama 2 minggu atau lebih	TIDAK
Mengalami batuk tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari)	YA
Mengalami pembesaran kelenjar getah bening di leher atau di ketiak	TIDAK
Ada yang sakit TB / sedang minum obat TB dalam satu rumah	TIDAK
Mengalami demam hilang timbul tanpa penyebab jelas	YA
Mengalami berkeringat malam hari tanpa kegiatan	YA
Mengalami berat badan turun tanpa penyebab yang jelas/nafsu makan turun	TIDAK
Mengalami sesak napas tanpa nyeri dada	TIDAK

**Hasil Pemeriksaan: Terduga TB Aktif**

Informasi: Anda disarankan untuk mengunjungi Puskesmas terdekat guna melakukan pemeriksaan lebih lanjut.

[Ayo kita bersama-sama saling mengingatkan mengisi skrining untuk Indonesia bebas Tuberkulosis \(TBC\) tahun 2050](#)

Gambar 12. Hasil skrining TB dalam bentuk PDF untuk pemeriksaan terduga TB aktif

**Formulir Skrining TBC**

**Hasil Skrining Gejala**

Mengalami batuk selama 2 minggu atau lebih	TIDAK
Mengalami batuk tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari)	TIDAK
Mengalami pembesaran kelenjar getah bening di leher atau di ketiak	TIDAK
Ada yang sakit TB / sedang minum obat TB dalam satu rumah	YA
Mengalami demam hilang timbul tanpa penyebab jelas	TIDAK
Mengalami berkeringat malam hari tanpa kegiatan	TIDAK
Mengalami berat badan turun tanpa penyebab yang jelas/nafsu makan turun	TIDAK
Mengalami sesak napas tanpa nyeri dada	TIDAK

**Hasil Pemeriksaan: Terduga TB Laten**

Informasi: Anda disarankan untuk mengunjungi Puskesmas terdekat guna melakukan pemeriksaan lebih lanjut.

**Ayo kita bersama-sama saling mengingatkan mengisi skrining untuk Indonesia bebas Tuberkulosis (TBC) tahun 2050**

Gambar 13. Hasil skrining TB dalam bentuk PDF untuk pemeriksaan terduga TB laten

**Formulir Skrining TBC**

**Hasil Skrining Gejala**

Mengalami batuk selama 2 minggu atau lebih	TIDAK
Mengalami batuk tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari)	TIDAK
Mengalami pembesaran kelenjar getah bening di leher atau di ketiak	TIDAK
Ada yang sakit TB / sedang minum obat TB dalam satu rumah	TIDAK
Mengalami demam hilang timbul tanpa penyebab jelas	YA
Mengalami berkeringat malam hari tanpa kegiatan	YA
Mengalami berat badan turun tanpa penyebab yang jelas/nafsu makan turun	TIDAK
Mengalami sesak napas tanpa nyeri dada	TIDAK

**Hasil Pemeriksaan: Tidak Terduga TBC**

Informasi: Anda tidak memerlukan rujukan.

**Ayo kita bersama-sama saling mengingatkan mengisi skrining untuk Indonesia bebas Tuberkulosis (TBC) tahun 2050**

Gambar 14. Hasil skrining TB dalam bentuk PDF untuk pemeriksaan tidak terduga TB

Hasil pengujian kesesuaian aturan menunjukkan sistem pakar dapat memberikan diagnosis yang tepat berdasarkan gejala pengguna. Tabel 3 menyajikan hasil pengujian kesesuaian aturan gejala TB. Sebagai contoh, gejala kombinasi yang melibatkan batuk, demam, dan penurunan berat badan berhasil diidentifikasi sebagai “Terduga TB Aktif”. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu menangani kompleksitas gejala yang sering muncul pada pasien tuberkulosis (TB). Selain itu, gejala kombinasi berkeringat malam hari tanpa kegiatan dan berat badan turun tanpa penyebab yang jelas / nafsu makan turun berhasil diidentifikasi sebagai “Tidak Terduga TB”, karena tidak sesuai aturan terduga TB. Sebagai bagian dari proses pengujian, Puskesmas Kesugihan II telah melakukan validasi dari sistem pakar, dengan kesimpulan sistem berhasil dalam mengidentifikasi gejala yang dilaporkan oleh pengguna dan menghasilkan luaran yang sesuai. Sistem ini diuji untuk menilai responnya terhadap input data pengguna baik lengkap maupun parsial, dimana pengguna saat memasukkan sebagian gejala, hasil menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan luaran meskipun tidak semua gejala dimasukkan. Tetapi, penting bagi pengguna untuk mengisi secara lengkap. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa waktu rata-rata inferensi sistem adalah sekitar 2 detik, dengan demikian maka hasil skrining lebih cepat diperoleh. Kecepatan ini sangat krusial dalam konteks diagnosa medis, dimana keputusan yang cepat dapat mempengaruhi hasil perawatan pasien. Meskipun sistem menunjukkan hasil yang baik, potensi kesalahan atau false diagnosis bisa saja terjadi, karena setiap sistem masih ada ruang untuk perbaikan. Sistem ini menggunakan *forward chaining* sebagai metode inferensi, yang memungkinkan sistem untuk menarik kesimpulan secara bertahap berdasarkan informasi yang diberikan. Kelebihan dari metode ini adalah kemampuannya untuk memberikan hasil yang cepat dan relevan berdasarkan gejala yang dilaporkan. Sementara metode *backward chaining* mengutamakan hasil

akhir sudah ditentukan dan perlu ditelusuri kembali ke gejala. Sebagai perbandingan, sistem pakar *forward chaining* dalam aplikasi HEBAT untuk mendeteksi pasien tuberkulosis (TB) dalam aplikasi mobile terbukti efektif dalam mengatasi penyebaran TB di Purwakarta (Negara dan Toba) [15]. Sementara itu, penelitian ini mengembangkan sistem berbasis web yang menawarkan keunggulan dalam aksesibilitas dan dilengkapi dengan fitur untuk mengunduh hasil skrining TB dalam bentuk PDF. Fitur ini tidak tersedia dalam aplikasi HEBAT, sehingga memberikan nilai tambah bagi pengguna dalam mendokumentasikan hasil skrining.

TABEL 3.  
 CONTOH HASIL PENGUJIAN KESesuaIAN ATURAN

Aturan	Input Gejala	Hasil yang diinginkan	Hasil keluaran sistem	Status
1	Batuk selama 2 minggu atau lebih: Ya	Terduga TB Aktif	Terduga TB Aktif	Sesuai
2	Batuk tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari): Ya, demam hilang timbul tanpa penyebab jelas: Ya, keringat malam hari tanpa kegiatan: Tidak, berat badan turun tanpa penyebab yang jelas/nafsu makan turun: Ya	Terduga TB Aktif	Terduga TB Aktif	Sesuai
3	Batuk tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari): Ya, keringat malam hari tanpa kegiatan: Ya	Terduga TB Aktif	Terduga TB Aktif	Sesuai
4	Batuk tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari): Ya, berat badan turun tanpa penyebab yang jelas/nafsu makan turun: Ya	Terduga TB Aktif	Terduga TB Aktif	Sesuai
5	Batuk tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari): Ya, sesak napas tanpa nyeri dada: Ya	Terduga TB Aktif	Terduga TB Aktif	Sesuai
6	Pembesaran kelenjar getah bening di leher atau di ketiak: Ya	Terduga TB Aktif	Terduga TB Aktif	Sesuai
7	Ada yang sakit TB / sedang minum obat TB dalam satu rumah: Ya	Terduga TB Laten	Terduga TB Laten	Sesuai
8	Batuk tanpa melihat durasi (kurang dari 14 hari): Ya	Tidak Terduga TB	Tidak Terduga TB	Sesuai
9	Berkeringat malam hari tanpa kegiatan: Ya, berat badan turun tanpa penyebab yang jelas/nafsu makan turun: Ya	Tidak Terduga TB	Tidak terduga TB	Sesuai

Pengembangan sistem pakar untuk skrining tuberkulosis (TB) dilakukan melalui beberapa langkah terstruktur, dimulai dengan akuisisi pengetahuan. Data sekunder dari Dinas Kesehatan Kabupaten Cilacap terdiri dari delapan pertanyaan yang dirancang untuk mengidentifikasi gejala-gejala yang berkaitan dengan TB. Informasi yang diperoleh dari data ini menjadi dasar bagi sistem untuk menentukan status seseorang sebagai terduga TB, laten atau tidak. Representasi pengetahuan dalam sistem dilakukan dengan menggunakan model kaidah produksi berbasis logika *if-then*. Aturan-aturan ini memungkinkan sistem untuk mengambil keputusan berdasarkan gejala yang dilaporkan oleh pengguna. *Shell* sistem pakar dibangun menggunakan penalaran *forward chaining* dengan bahasa pemrograman python dan *framework* flask. Antarmuka pengguna dirancang untuk mendukung interaksi yang efektif, sehingga pengguna dapat memasukkan data gejala dan menerima hasil skrining. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menarik kesimpulan yang tepat berdasarkan masukkan gejala yang diberikan. Pengujian logika aturan dilakukan dengan menggunakan metode berbasis kasus uji, di mana setiap kombinasi gejala diuji untuk memastikan bahwa sistem memberikan luaran yang sesuai.

#### IV. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pakar berbasis web yang dirancang untuk mendukung proses skrining awal TB. Sistem mengintegrasikan beberapa komponen utama termasuk basis pengetahuan dan mesin inferensi yang menerapkan metode *forward chaining*, serta antarmuka pengguna yang intuitif. Sistem ini berlandaskan pada aturan medis yang disesuaikan dengan pedoman Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, sehingga menjamin kesesuaian informasi dalam situasi di Indonesia. Keunggulan dari sistem ini adalah kemampuannya untuk meningkatkan proses skrining awal yang cepat, yang mendukung deteksi dini gejala TB dengan tepat.

Sistem pakar ini masih memiliki potensi untuk pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan manfaat dan cakupan penggunaannya. Saran untuk pengembangan selanjutnya adalah aplikasi ini dapat dilengkapi dengan fitur pelaporan dan analisis yang memungkinkan pengguna untuk melihat trend dan pola dalam data gejala TB, sehingga dapat digunakan untuk intervensi tindakan yang lebih efektif.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] I. Syamsudin and E. Sudarsono, "Penerapan Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Tuberculosis (Tb) Paru Berbasis Web Mobile," *JUSIM (Jurnal Sist. Inf. Musirawas)*, vol. 7, no. 2, pp. 126–135, 2022, doi: 10.32767/jusim.v7i2.1815.
- [2] Kemenkes RI, "Petunjuk Teknis Kegiatan Penemuan Kasus Tuberculosis (TBC) Dengan Skrining X-Ray Dan Pemberian Terapi Pencegahan Tuberculosis (TPT) Pada Kontak Serumah Dan Erat Pasien TBC Di 25 Kabupaten/Kota Tahap 2," *Kementeri. Kesehatan RI*, 2023.
- [3] J. Sapdana and Y. Henryanto, "Implementation Expert System for Diagnosing Tuberculosis Using Dempster-Shafer Method," *Int. J. Softw. Eng. Comput. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 26–32, 2022, doi: 10.35870/ijsecs.v2i1.763.
- [4] J. Yayan, K.-J. Franke, M. Berger, W. Windisch, and K. Rasche, "Early detection of tuberculosis: a systematic review," *Pneumonia*, vol. 16, no. 11, pp. 1–15, 2024, doi: 10.1186/s41479-024-00133-z.
- [5] Rafika, N. Naim, R. Pratama, and D. Istiqomah, "Pemeriksaan Uji Tuberkulin Sebagai Deteksi Dini Penularan Tuberculosis Pada Anggota Keluarga Kontak Serumah Penderita TB Aktif," *LONTARA ABDIMAS J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2022.
- [6] D. S. Wulandari and M. G. Rohman, "Implementasi Metode Naïve Bayes Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tuberculosis," *Gener. J.*, vol. 7, no. 3, pp. 64–76, 2023, doi: 10.29407/gj.v7i3.21054.
- [7] H. R. Hidayat and W. Wiguna, "Aplikasi Diagnosa Penyakit Tuberculosis Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Android," *J. Responsif Ris. Sains dan Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 20–29, 2021, doi: 10.51977/jti.v3i1.331.
- [8] R. S. Y. Zebua, Khairunnisa, Hartatik, Pariyadi, D.P. Wahyuningtyas, A.M. Thantawi, I.G.I. Sudipa, H. Prayitno, G.C. Sumakul, Sepriano, and L.P.I. Kharisma, *Buku Fenomena Artificial Intelligence (AI)*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- [9] A. Wijayanti, F. N. Arifah, D. E. Putri, M. D. Satriyanto, and S. Sallu, "Sistem Pakar Dalam Mendiagnosa Penyakit Tuberculosis dengan mengimplementasikan Metode Case Based Reasoning," *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 4, no. 3, pp. 570–577, 2023, doi: 10.47065/josyc.v4i3.3409.
- [10] L. Marlinda, *Buku Sistem Pakar Perancangan dan Pembahasan Metode Chaining, Certainty Faktor, Fuzzy Logik*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2021. [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/manekin>
- [11] H. Mustafidah, B. R. Alfiansyah, Suwarsito, Purnomo, and N. Hidayat, "Expert System Using Forward Chaining to Determine Freshwater Fish Types Based on Water Quality and Area Conditions," *2023 8th Int. Conf. Informatics Comput. ICIC 2023*, 2023, doi: 10.1109/ICIC60109.2023.10382066.
- [12] M. A. Syihab, S. Andryana, and E. Mardiani, "Sistem Pakar Pemilihan Minat Program Studi Menggunakan Metode Forward Chaining," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 3, pp. 1373–1383, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i3.1069.
- [13] D. A. Hermawanto and S. Dyah Anggita, "Penerapan Metode Forward Chaining pada Sistem Pakar untuk Identifikasi Kerusakan Mesin Ekskavator," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 1266–1273, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i3.2555.
- [14] C. Budisaputro, I. Mathar, and A. Villasari, "Pembuatan Sistem Pakar Diagnosa Prediksi Jenis Persalinan Dengan Metode Forward Chaining," *Digit. Transform. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 796–802, 2023, doi: 10.47709/digitech.v3i2.3351.
- [15] A. S. S. Negara and H. Toba, "Skrining Mandiri Berbasis Forward Chaining pada Aplikasi Mobile Hidup Bebas Tanpa Tuberculosis (HEBAT)," *J. Strateg.*, vol. 6, no. 1, pp. 122–135, 2024.
- [16] N. Ibrahim, H. Hamrul, and F. Wajidi, "Penerapan Algoritma Forward Chaining dan Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit Manusia," *J. Comput. Inf. Syst. ( J-CIS )*, vol. 6, no. 1, pp. 1–12, 2023, doi: 10.31605/jcis.v6i1.2414.
- [17] W. A. Pulungan and D. Medelfii, "Sistem Pakar Menentukan Penyakit Ginjal Dengan Metode Forward Chaining," *Ultim. InfoSys J. Ilmu Sist. Inf.*, vol. 11, no. 1, pp. 27–32, 2020, doi: 10.31937/si.v9i1.1369.
- [18] Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, *Tuberculosis Pedoman Diagnosis dan Penatalaksanaan di Indonesia*, vol. 001, no. 2014, 2021.
- [19] J. D. Donsu, Harmilah, and R. B. Adriani, "Buku Pencegahan Tuberculosis dan Holistic Care." pp. 1–30, 2019.
- [20] J. S. Pramono, D. Hendriani, D. Ardyanti, and N. A. Chifdillah, "Implementasi Aplikasi Deteksi Dini Suspek Tuberculosis Berbasis mHealth di antara Kontak Serumah: Tinjauan Sistematis," *J. Kesehat. Vokasional*, vol. 8, no. 3, p. 163, 2023, doi: 10.22146/jkesvo.83119.