

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tuberculosis Menggunakan Metode Forward Chaining dan Backward Chaining

Expert System for Diagnosing Tuberculosis Using Forward Chaining and Backward Chaining Methods

Feni Khatijah¹⁾, Alfiarini²⁾ Ahmadi³⁾

¹⁾Sistem Informasi, STMIK Bina Nusantara Jaya Lubuklinggau

Jl. Yos Sudarso No.97 A Kel. Jawa Kanan, Kota Lubuklinggau, Sumatera Selatan

E-mail : feni.speed19@gmail.com¹⁾, alfiarini4@gmail.com²⁾, ahmadi.bnj@gmail.com³⁾

Abstract

Science and technology continue to develop rapidly, including in the medical field. One of the latest technological applications is the expert system, which is designed to mimic the decision-making abilities of an expert. This study aims to develop an expert system for the early diagnosis of tuberculosis (TB) using the Forward Chaining and Backward Chaining methods. TB remains a public health problem because its symptoms are often not recognized in the early stages. At the Sidorejo Community Health Center, delayed TB diagnosis often occurs due to a lack of public awareness of early symptoms. The developed expert system can help the public identify early TB symptoms before deciding to seek medical attention at a healthcare facility. The Forward Chaining method is used to infer the disease based on the symptoms entered, while Backward Chaining traces the symptoms to test the possibility of the predefined disease. The results of this system are expected to provide quick, accurate initial analysis and encourage the community to take immediate medical action.

Keywords: Expert System, TB Diagnosis, Forward Chaining, Backward Chaining

Abstrak

Ilmu pengetahuan dan teknologi terus berkembang pesat, termasuk dalam bidang medis. Salah satu penerapan teknologi terkini adalah sistem pakar, yang dirancang untuk meniru kemampuan pengambilan keputusan seorang ahli. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit Tuberculosis (TBC) secara dini, dengan memanfaatkan metode Forward Chaining dan Backward Chaining. Penyakit TBC masih menjadi masalah kesehatan masyarakat karena gejalanya sering tidak dikenali pada tahap awal. Di Puskesmas Sidorejo, kasus keterlambatan diagnosis TBC sering terjadi akibat kurangnya kesadaran masyarakat terhadap gejala awal. Sistem pakar yang dikembangkan dapat membantu masyarakat mengidentifikasi gejala awal TBC sebelum memutuskan untuk memeriksakan diri ke fasilitas kesehatan. Metode Forward Chaining digunakan untuk menyimpulkan penyakit berdasarkan gejala yang dimasukkan, sedangkan Backward Chaining menelusuri gejala untuk menguji kemungkinan penyakit yang telah ditentukan. Hasil dari sistem ini diharapkan dapat memberikan analisis awal yang cepat, akurat, dan mendorong masyarakat untuk segera mengambil tindakan medis.

Kata kunci: Sistem Pakar, Diagnosa TBC, Forward Chaining, Backward Chaining

1. Pendahuluan

Ilmu pengetahuan dan teknologi masih berkembang dengan pesat, tidak terkecuali di bidang medis. Salah satunya pemanfaatan teknologi saat ini adalah pembuatan sistem pakar yang mampu membantu proses diagnosis penyakit. Secara umum, sistem pakar adalah sistem yang dibuat untuk mentransfer pengetahuan seorang ahli ke dalam komputer, sehingga komputer mampu menyelesaikan permasalahan dengan pendekatan serupa seperti yang dilakukan oleh pakar [1]. Salah satu bentuk penerapan sistem pakar di bidang medis adalah membantu proses diagnosis penyakit Tuberculosis (TBC).

Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* menjadi penyebab TBC dan dapat menular dengan cepat melalui udara saat penderita batuk atau bersin. Penyakit ini terbagi menjadi

TBC paru, yang menyerang paru-paru, dan TBC ekstraparu, yang menyerang organ lain seperti pleura, hilus dan berbagai organ lainnya [2]. Masalah utama dalam penanganan TBC adalah gejala awal yang sering diabaikan, stigma negatif di masyarakat, dan keterlambatan pemeriksaan, yang berakibat pada peningkatan risiko penularan serta memburuknya kondisi pasien.

Di Puskesmas Sidorejo, keterlambatan diagnosis TBC masih sering terjadi. Banyak pasien baru terdeteksi ketika kondisi sudah parah, ditandai penurunan berat badan signifikan dan sesak napas. Hal ini disebabkan rendahnya kesadaran masyarakat yang menganggap gejala awal TBC sebagai penyakit ringan. Sebagai fasilitas kesehatan tingkat pertama, Puskesmas Sidorejo memiliki peran penting dalam pencegahan dan pengobatan TBC. Namun, keterlambatan pemeriksaan

menjadi hambatan utama meskipun tenaga medis telah berupaya maksimal.

Salah satu solusi yang diusulkan adalah pengembangan sistem pakar dengan metode *Forward Chaining* dan *Backward Chaining*. *Forward Chaining* menelusuri gejala yang dimasukkan pasien untuk menarik kesimpulan kemungkinan penyakit, sedangkan *Backward Chaining* memulai dari hipotesis penyakit tertentu lalu memverifikasi gejala yang relevan. Sistem ini menggunakan kedua metode secara terpisah, sehingga mampu memberikan diagnosis awal sekaligus verifikasi lebih akurat.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, metode *forward chaining* terbukti efektif digunakan dalam sistem pakar untuk mendiagnosis berbagai penyakit, seperti pada penelitian Ilham Roni Yansyah dan Sumijan yang menggunakan *forward chaining* untuk mengukur tingkat keparahan penyakit gigi dan mulut dengan tingkat akurasi mencapai 90% [3]. Selain itu, metode *forward chaining* dan *backward chaining* seperti yang digunakan oleh Thoriq, Novianda, dan Rizalul Akram dalam diagnosa penyakit kulit menunjukkan bahwa mampu meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi sistem [4]. Hasil-hasil tersebut mendukung relevansi penggunaan metode *forward* dan *backward chaining* dalam pengembangan sistem pakar untuk diagnosa penyakit tuberculosis, karena keduanya dapat saling melengkapi dalam menarik kesimpulan secara lebih akurat dan sistematis.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Penyakit Tuberculosis

Mycobacterium tuberculosis adalah bakteri penyebab TB, penyakit menular. Beberapa spesies *Mycobacterium*, yang semuanya dikategorikan sebagai Bakteri Tahan Asam (BTA), termasuk *M. africanum*, *M. bovis*, *M. leprae*, dan lainnya. Orang yang menderita tuberculosis (TB) dapat menularkan penyakit tersebut kepada orang lain karena bakteri penyebab penyakit tersebut menyebar melalui udara. Ketika pasien TB batuk, berbicara, atau bahkan bernyanyi, kuman tersebut dapat terlepas ke udara. Akibatnya, orang lain di sekitar mereka berisiko tertular bakteri TB [5].

2.2 Tuberculosis Paru

Tuberculosis paru merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* berbentuk batang (*Bacillus*). Penularannya terjadi melalui percikan liur atau dahak penderita yang terinfeksi. Saat penderita batuk, bakteri dapat menyebar ke udara dan menginfeksi orang lain. Penyakit ini berdampak signifikan pada kondisi fisik, mental, dan sosial penderita. Secara fisik, tanpa penanganan tepat, TBC paru berisiko menimbulkan komplikasi seperti penyebaran infeksi ke organ lain, malnutrisi, batuk darah

parah, resistensi obat, dan gangguan kesehatan serius lainnya [6].

2.3 Tuberculosis Ekstra Paru

Infeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis* menyebabkan tuberculosis ekstra paru, suatu penyakit yang dapat menyerang organ-organ tubuh di luar paru-paru. Penyakit ini biasanya muncul ketika kuman dapat berpindah melalui aliran darah dari paru-paru ke organ tubuh lainnya. Selain paru-paru, tuberculosis ekstra paru sering kali dapat menyerang selaput otak, ginjal, tulang, limpa, kulit, sendi, dan bahkan sistem reproduksi [7]. Ada beberapa bentuk tuberculosis ekstra paru, termasuk:

1. Tuberculosis Pleura

Salah satu efek samping tuberculosis paru yang paling umum terjadi adalah efusi pleura, yaitu penumpukan cairan di bagian bawah paru-paru dan sering terjadi bersamaan dengan TB paru. Efusi pleura adalah penumpukan cairan di rongga pleura yang, tergantung pada etiologinya, dapat diklasifikasikan sebagai transudat atau eksudat [8].

2. Tuberculosis Saluran Urogenital

Tuberculosis saluran urogenital adalah peradangan kronik pada saluran urogenital yang disebabkan oleh kuman M.Tb. semua saluran urogenital berpotensi terinfeksi kuman M.Tb tersebut. Urogenital adalah kombinasi antara sistem urinaria (kemih) dan sistem reproduksi (genital) [9].

3. Tuberculosis Sistem Saraf Pusat dan Meningen

TBC meningitis adalah bentuk tersering TBC sistem saraf pusat yang disebabkan oleh penyebaran bakteri melalui aliran darah, menginfeksi otak dan selaput otak [9].

4. Tuberculosis Tulang dan Sendi

TBC tulang terjadi saat bakteri *Mycobacterium tuberculosis* menyebar dari paru ke tulang melalui darah, menyebabkan peradangan dan kerusakan jaringan. Pada tulang belakang, infeksi dapat menimbulkan penyakit Pott, sedangkan pada sendi dapat memicu artritis tuberculosis [10].

5. Tuberculosis Gastrointestinal

TBC gastrointestinal menyerang saluran pencernaan, organ terkait, atau peritoneum. Penyakit ini sulit didiagnosis dan dapat menyebar dari paru melalui darah atau sistem limfatik [9].

6. Tuberculosis Endometrium (TBC Rahim)

TBC endometrium sering menyerupai kondisi ginekologi lain dan kerap terabaikan karena sifatnya yang tidak menular, namun memiliki tingkat morbiditas tinggi pada wanita [11].

7. Tuberculosis Laring

Laringitis tuberculosis adalah infeksi ekstrapulmonal yang cukup jarang dijumpai biasanya infeksi primer tuberculosis yang terjadi di paru-paru. Gejalanya meliputi disfonia, batuk, disfagia, odinofagia, demam, dan penurunan berat badan [12].

8. Tuberkulosis Telinga

Mastoiditis tuberkulosis merupakan peradangan kronis pada mukosa telinga tengah yang disebabkan oleh basil tahan asam *Mycobacterium tuberculosis*, dan hanya pada kasus tertentu oleh *Mycobacterium atypic*. Kondisi ini tergolong langka. Penularan dapat melalui darah, limfa, atau penyebaran langsung dari nasofaring dan liang telinga luar [13].

2.4 Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan teknologi yang memanfaatkan pengetahuan dan keahlian pakar untuk membangun program berbasis prinsip ilmu komputer yang meniru cara berpikir manusia, dengan tujuan membantu atau menggantikan peran ahli [2].

2.5 Metode Forward Chaining

Forward Chaining (pelacakan ke depan) adalah metode berbasis data yang memulai dari fakta atau input yang ada untuk menarik kesimpulan. Teknik ini secara progresif mencocokkan fakta dengan bagian *IF* dari aturan *IF-THEN*, bertujuan menemukan informasi atau solusi yang relevan. Kesimpulan dihasilkan jika kondisi pada aturan sesuai dengan fakta yang tersedia [14].

2.6 Metode Backward Chaining

Backward Chaining adalah metode penalaran atau proses identifikasi yang dimulai dari suatu hipotesis (dugaan atau tujuan) terlebih dahulu, dan untuk membuktikan kebenaran hipotesis tersebut diperlukan pencarian fakta-fakta dalam basis pengetahuan. Metode ini juga mencocokkan fakta atau pernyataan yang dimulai dari bagian konsekuensi (*THEN* atau Goal terlebih dahulu) [15].

2.7 Pengujian Akurasi

Guna memperoleh tingkat akurasi Sistem Pakar melalui perhitungan nilai probabilitas, maka dilakukan proses penghitungan dengan menggunakan rumus probabilitas sebagai berikut [3]:

$$P(E) = \frac{X}{N} \times 100 \% \quad (1)$$

Dimana:

P : Probalilitas

E : Event

X : Jumlah kejadian yang terjadi

N : Jumlah seluruh kejadian

3. Metodologi Penelitian

3.1 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan penulis dalam penelitian ini meliputi:

1. Wawancara

Wawancara adalah metode pengumpulan data melalui pertukaran pertanyaan dan jawaban secara lisan antara pewawancara dan narasumber. Proses ini biasanya dilakukan tatap muka, sehingga bahasa tubuh dan ekspresi wajah turut memperkaya makna jawaban. Wawancara memiliki tujuan yang jelas dan mengandalkan interaksi langsung untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan [16].

2. Observasi

Metode observasi adalah teknik pengumpulan data dengan mengamati secara langsung objek penelitian, mencatat kondisi atau perilaku yang diamati. Observasi dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung, dengan tujuan mendokumentasikan informasi berdasarkan apa yang disaksikan peneliti selama proses penelitian [17].

3. Studi Pustaka

Studi literatur adalah kegiatan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber pustaka yang relevan, seperti jurnal, buku, dan catatan, untuk mendukung penelitian. Proses ini meliputi penelusuran, pembacaan, pencatatan, dan pengolahan informasi guna memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai topik yang dibahas [18].

3.2 Metode Pengembangan Sistem

Pada penelitian ini, penulis menerapkan metode pengembangan sistem yang dikenal dengan model *waterfall*. Metode air terjun (*waterfall*) atau *classic life cycle* merupakan pendekatan pengembangan perangkat lunak yang sistematis dan berurutan. Proses dimulai dari spesifikasi kebutuhan pengguna, kemudian dilanjutkan dengan tahap perencanaan, permodelan, konstruksi, penerapan, hingga pengiriman sistem dan dukungan perangkat lunak [19]. Berikut tahapan yang terdapat dalam *waterfall*:

1. Requirement

Tahap analisis untuk memahami kebutuhan dan batasan perangkat lunak melalui komunikasi dengan pengguna, seperti wawancara, diskusi, atau survei, kemudian dianalisis agar sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan.

2. System Design

Menganalisis spesifikasi kebutuhan dan menyusun desain sistem secara menyeluruh, termasuk menentukan kebutuhan perangkat keras, persyaratan sistem, serta arsitektur keseluruhan yang akan dikembangkan.

3. Implementation

Pada tahap ini, sistem dikembangkan dengan membaginya ke dalam komponen-komponen kecil yang disebut *unit*. Setiap unit dikembangkan secara mandiri sesuai fungsinya, kemudian dilakukan pengujian khusus (*unit testing*) untuk memastikan bahwa unit tersebut bekerja sesuai spesifikasi. Setelah semua unit dinyatakan berfungsi dengan

baik, proses akan dilanjutkan ke tahap integrasi dengan unit lainnya.

4. Integration & Testing

Setelah setiap unit lolos pengujian terpisah, seluruh unit digabungkan menjadi satu sistem yang terintegrasi. Tahap ini diikuti dengan pengujian menyeluruh untuk memastikan semua komponen bekerja sama dengan baik, tanpa kesalahan, dan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan.

5. Operation & Maintenance

Tahap akhir ini mencakup pengoperasian perangkat lunak yang telah selesai dikembangkan, sekaligus pemeliharaan rutin untuk menjaga kinerja tetap optimal. Kegiatan pemeliharaan meliputi perbaikan bug, peningkatan fitur, serta penyesuaian terhadap perubahan kebutuhan atau lingkungan sistem.

3.3 Analisis

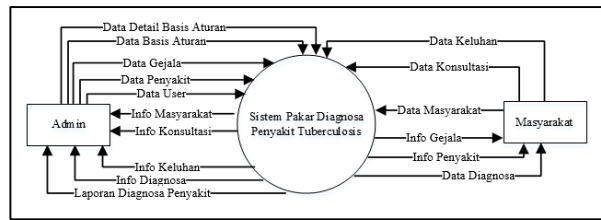
Saat ini, proses diagnosa penyakit Tuberculosis (TBC) di Puskesmas Sidorejo masih dilakukan secara konvensional, dimulai dari pasien yang harus datang langsung untuk konsultasi, dilanjutkan wawancara dan anamnesis oleh tenaga medis, pemeriksaan fisik serta tes penunjang seperti laboratorium atau rontgen, hingga penentuan diagnosa dan pemberian pengobatan sesuai hasil pemeriksaan. Sistem yang berjalan menghadapi beberapa kendala, antara lain deteksi terlambat akibat ketidaktahuan gejala awal TBC, ketergantungan pada kehadiran fisik pasien, stigma negatif yang membuat masyarakat enggan memeriksakan diri, serta kurangnya pemahaman masyarakat tentang pentingnya deteksi dini TBC.

Untuk mengatasi kendala deteksi TBC di Puskesmas Sidorejo, diusulkan pengembangan Sistem Pakar Diagnosa Tuberculosis berbasis Forward Chaining dan Backward Chaining. Sistem ini memungkinkan masyarakat mengenali gejala awal secara mandiri melalui deteksi dini. Forward Chaining menganalisis gejala yang dimasukkan pengguna untuk menelusuri kemungkinan penyakit, sedangkan Backward Chaining memvalidasi kesesuaian gejala dengan penyakit yang dipilih. Keunggulannya meliputi peningkatan kesadaran, percepatan deteksi, pengurangan stigma, serta efisiensi waktu dan biaya pemeriksaan awal.

3.4 Model Perancangan

1. DFD Level 0

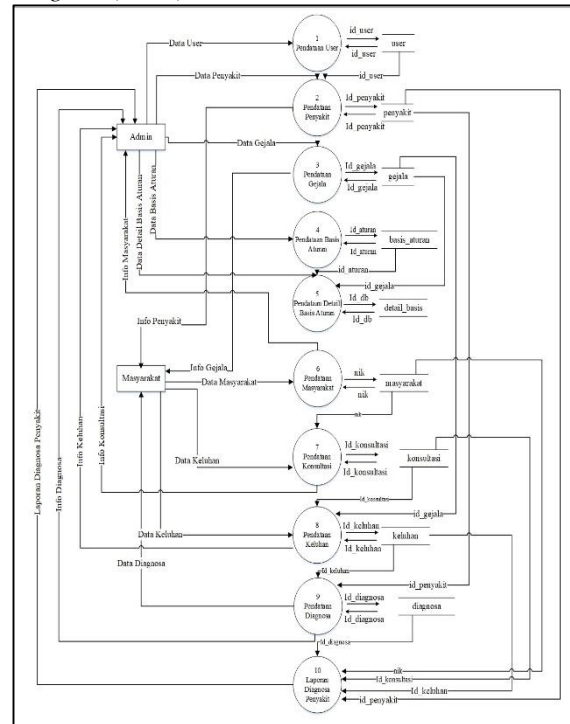
Pada level ini, DFD menggambarkan keseluruhan sistem serta menunjukkan hubungan antara sistem yang dikembangkan dengan entitas luar. Terdapat dua entitas utama yang berinteraksi, yaitu admin dan masyarakat. Gambar berikut menunjukkan DFD level 0:



Gambar 1. Data Flow Diagram (DFD) Level 0

2. DFD Level 1

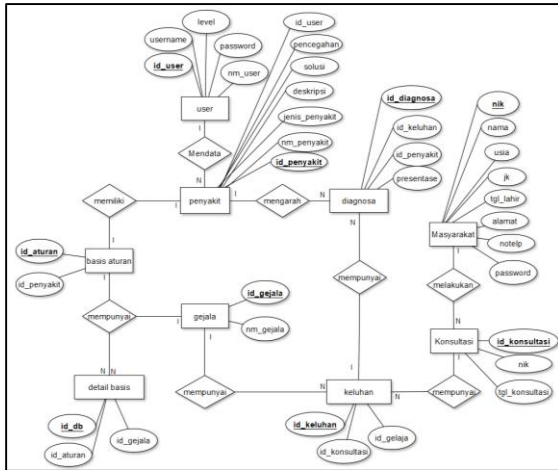
Pada Data Flow Diagram (DFD) level 1 digunakan untuk menggambarkan lebih rinci lagi yang ada dalam Data Flow Diagram (DFD) level 0. Berikut ini adalah gambar rancangan Pada Data Flow Diagram (DFD) level 1:



Gambar 2. Data Flow Diagram (DFD) Level 1

3. Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) menggambarkan suatu diagram yang menunjukkan entitas dan relasinya:



Gambar 3. Entity Relationship Diagram (ERD)

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Dasar Pengetahuan

Jenis penyakit, gejalanya, dan hubungan antara penyakit serta gejala penyakit yang ada merupakan bagian dari basis pengetahuan yang diterapkan pada penelitian ini. Beberapa penyakit tuberculosis ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Data Penyakit

Kode	Nama Penyakit
P01	Tuberkulosis Paru
P02	Tuberkulosis Pleura
P03	Tuberkulosis Saluran Urogenital
P04	Tuberkulosis Sistem Saraf Pusat dan Meningen
P05	Tuberkulosis Tulang dan Sendi
P06	Tuberkulosis Gastrointestinal
P07	Tuberkulosis Endometrium (Tb Rahim)
P08	Tuberkulosis Laring
P09	Tuberkulosis Telinga

Diperoleh 9 jenis penyakit tuberculosis, setiap jenis penyakit diberi inisial dengan kode P01 sampai P9 seperti terlihat pada Tabel 1 Selanjutnya adalah data gejala yang ditunjukkan pada tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2. Data Gejala

Kode	Nama Penyakit
G01	Batuk yang berlangsung lama (2 minggu atau lebih)
G02	Batuk Berdahak
G03	Batuk bisa kering atau berdahak, sering kali disertai darah
G04	Dapat disertai nyeri dada

- G05 Sesak nafas
- G06 Malaise (perasaan tidak nyaman, lesu, atau tidak enak badan)
- G07 Penurunan berat badan
- G08 Menurunnya nafsu makan
- G09 Mengigil
- G10 Demam yang berlangsung lama
- G11 Berkeringat berlebihan dimalam hari meski tanpa melakukan kegiatan
- G12 Nyeri pada punggung, pingga dan di bagian bawa perut (suprapubik)
- G13 Adanya darah dalam urine (hematuria)
- G14 Frekuensi buang air kecil yang bertambah
- G15 Terbangun di malam hari untuk buang air kecil lebih dari satu kali (nokturia)
- G16 Buang air kecil dalam jumlah sedikit tetapi sering, awalnya hanya terjadi pada malam hari, kemudian mulai dirasakan juga di siang hari
- G17 Nyeri atau sakit kepala
- G18 Penurunan kesadaran
- G19 Muntah
- G20 Kejang
- G21 Leher terasa kaku (kaku kuduk)
- G22 kelemahan pada otot-otot wajah atau mata (paresis saraf kranial)
- G23 Kelumpuhan parsial pada satu sisi tubuh yang dapat mempengaruhi lengan, kaki dan otot wajah (Hemiparesis)
- G24 Nyeri dan terjadi pembengkakan
- G25 Munculnya nanah (abses)
- G26 Perubahan bentuk atau posisi sendi yang tidak normal (deformitas sendi)
- G27 Tulang belakang kaku dan nyeri bila digerakkan
- G28 Kelainan pada tulang belakang yang menyebabkan punggung bagian atas melengkung secara berlebihan, sehingga terlihat bungkuk (deformitas kifosis) dan nyeri bila diperkusi.
- G29 Nyeri perut berlangsung lama dan tidak teratur
- G30 Diare/konstipasi
- G31 Ditemui darah saat BAB
- G32 Nyeri yang terasa ketika area perut (abdomen) ditekan
- G33 Adanya benjolan atau pembesaran pada perut (abdomen) yang disertai dengan

	pembengkakan kelenjar getah bening (limfadenopati)	G20	x	
		G21	x	
G34	Gangguan siklus menstruasi	G22	x	
G35	Rasa sakit atau nyeri yang terjadi di area bawah perut atau panggul (pelvis)	G23	x	
G36	Pada wanita pasca menopause sering terjadi keputihan (leucorrhea)	G24		x
G37	Suara serak, parau, atau bahkan kehilangan suara total	G25		x
G38	nyeri atau terbakar di tenggorokan saat menelan (odinofagia)	G26		x
G39	Kesulitan saat menelan (disfagia)	G27		x
G40	Sesak	G28		x
G41	Suara napas yang kasar dan tinggi akibat penyempitan atau penyumbatan saluran napas (stridor)	G29		x
G42	Cairan keluar dari telinga secara berlebihan tanpa disertai nyeri atau gangguan pendengaran berat (tuli konduktif, sensorineural, maupun gabungan)	G30		x
G43	Keluarnya cairan (sekret) dari telinga yang mengandung nanah (supuratif) tanpa disertai rasa nyeri	G31		x
G44	Terdapat lebih dari satu lubang atau robekan pada gendang telinga (perforasi membran timpani)	G32		x
G45	Kelemahan saraf wajah walaupun jarang	G33		x
		G34		x
		G35		x
		G36		x
		G37		x
		G38		x
		G39		x
		G40		x
		G41		x
		G42		x
		G43		x
		G44		x
		G45		X

Berikut ini adalah tabel relasi antara data penyakit dan data gejala yang telah diketahui:

Tabel 3. Relasi Penyakit dan Gejala

Kode	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
G01	x	x							
G02	x								
G03	x							x	x
G04	x	x							
G05	x								
G06	x	x			x	x			
G07	x	x	x	x	x	x			x
G08	x				x	x			
G09	x								
G10	x	x	x	x	x	x			
G11	x	x	x		x				x
G12			x						
G13			x						
G14			x						
G15			x						
G16			x						
G17				x					
G18				x					
G19				x					

Untuk menghitung presentase diagnosa penyakit dapat dicontohkan misalnya *tuberculosis* (TBC) yang kemungkinan diderita oleh pasien berdasarkan gejala yang telah *diinputkan*, yaitu: G01, G02, G03, G04, G05, G06, G07, G08.

Setelah dilakukan pencocokan dengan basis aturan sistem pakar, gejala-gejala tersebut terhubung dengan beberapa jenis klasifikasi TBC sebagai berikut:

G01 → P01, P02

G02 → P01

G03 → P01, P08, P09

G04 → P01, P02

G05 → P01

G06 → P01, P02, P05, P06

G07 → P01, P02, P03, P04, P05, P06, P09

G08 → P01, P05, P06

Dengan demikian, diperoleh daftar kemungkinan penyakit TBC yang terdeteksi, yaitu: P01, P02, P03, P04, P05, P06, P08, P09, P10

Untuk memastikan jenis penyakit TBC yang paling mungkin diderita, maka dilakukan perhitungan berdasarkan rumus:

$$P(A) = \frac{n(A)}{n(S)} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

P(A) = Probabilitas atau nilai kemungkinan

n(A) = Jumlah gejala yang teridentifikasi pada suatu penyakit tertentu

n(S) = Total keseluruhan gejala yang dimiliki oleh penyakit tersebut

Berikut adalah hasil perhitungan untuk masing-masing penyakit:

1. Untuk P01 mempunyai $n(A) = 8$, $n(S) = 11$, maka $P = 8/11 \times 100\% = 72.73\%$
2. Untuk P02 mempunyai $n(A) = 4$, $n(S) = 6$, maka $P = 4/6 \times 100\% = 66.66\%$
3. Untuk P03 mempunyai $n(A) = 1$, $n(S) = 8$, maka $P = 1/8 \times 100\% = 12.5\%$
4. Untuk P04 mempunyai $n(A) = 1$, $n(S) = 9$, maka $P = 1/9 \times 100\% = 11.11\%$
5. Untuk P05 mempunyai $n(A) = 3$, $n(S) = 10$, maka $P = 3/10 \times 100\% = 30.00\%$
6. Untuk P06 mempunyai $n(A) = 3$, $n(S) = 9$, maka $P = 3/9 \times 100\% = 33.33\%$
7. Untuk P08 mempunyai $n(A) = 1$, $n(S) = 6$, maka $P = 1/6 \times 100\% = 16.66\%$
8. Untuk P09 mempunyai $n(A) = 2$, $n(S) = 7$, maka $P = 2/7 \times 100\% = 28.57\%$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, jenis penyakit Tuberculosis (TBC) yang paling mungkin diderita berdasarkan gejala G01–G08 adalah: **P01** yaitu Tuberculosis Paru, dengan nilai kemungkinan sebesar **72.73%**.

Pada alur diagnosa penyakit menggunakan metode *backward chaining*, masyarakat terlebih dahulu memilih penyakit yang dicurigai, kemudian memilih gejala-gejala yang dirasakan berdasarkan daftar gejala dari penyakit tersebut. Setelah itu, sistem akan menghitung persentase kecocokan gejala. Misalnya, penyakit yang dipilih adalah P01 yaitu Tuberculosis Paru.

Masyarakat memilih gejala yang dirasakan dari daftar tersebut:

G01, G04, G05, G06, G07, G08, G10 → Total gejala cocok: 7 gejala ($n(A)$)

Sistem menghitung persentase kesesuaian:

P01 memiliki $n(A) = 7$, $n(S) = 11$, maka $P = 7/11 \times 100\% = 63.63\%$

Berdasarkan pilihan penyakit **Tuberculosis Paru (P01)**, dari total 11 gejala yang terdaftar pada basis pengetahuan, masyarakat memilih 7 gejala yang sesuai dengan keluhan yang dirasakan. Oleh karena itu, sistem menghasilkan tingkat kemungkinan sebesar **63,63%**.

4.2 Implementasi Sistem

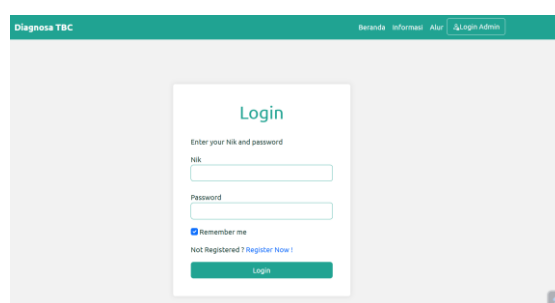
Sistem pakar untuk diagnosis penyakit tuberculosis ini dibangun berdasarkan desain sistem yang telah dirancang sebelumnya. Hasil implementasi sistem dapat dilihat melalui tampilan halaman sebagai berikut:

1. Halaman Utama Sistem
Halaman utama sistem menampilkan informasi singkat tujuan sistem serta menu navigasi untuk memulai diagnosa atau *login* admin, yang menjadi tampilan awal bagi admin maupun masyarakat.



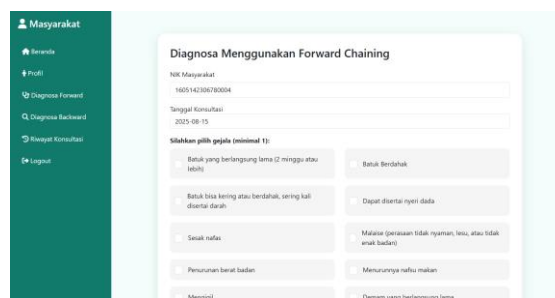
Gambar 4. Halaman Utama Sistem

2. Halaman *Login* Masyarakat
Halaman *login* masyarakat digunakan untuk mengakses sistem dengan memasukkan NIK dan *password*, serta menyediakan tautan *register now* bagi pengguna yang belum memiliki akun.



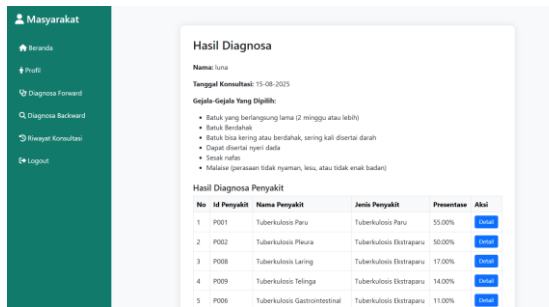
Gambar 5. Halaman *Login* Masyarakat

3. Halaman Diagnosa *Forward Chaining*
Halaman diagnosa *forward chaining* memungkinkan masyarakat memilih minimal satu gejala yang dirasakan untuk analisis sistem dalam mendeteksi TBC.

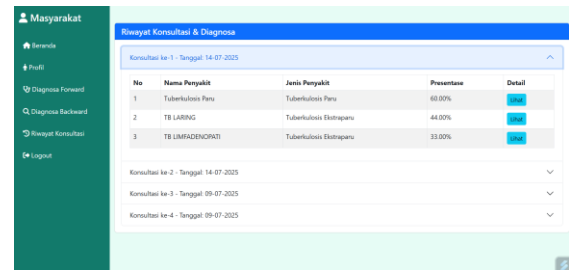


Gambar 6. Halaman Diagnosa *Forward Chaining*

4. Halaman Hasil Diagnosa *Forward Chaining*
Halaman hasil diagnosa *forward chaining* menampilkan jenis penyakit TBC yang mungkin dialami beserta persentase kecocokan berdasarkan gejala yang dipilih, dilengkapi tombol detail untuk informasi lebih lanjut.

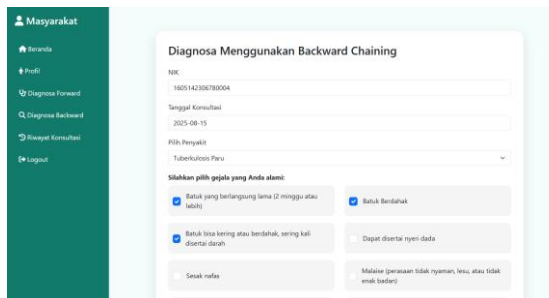


Gambar 7. Halaman Hasil Diagnosa *Forward Chaining*



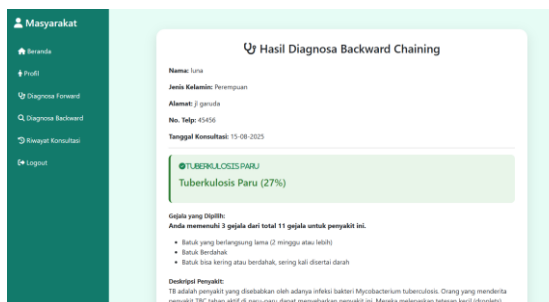
Gambar 10. Halaman Riwayat Konsultasi

5. Halaman Diagnosa *Backward Chaining*
 Halaman diagnosa *backward chaining* memungkinkan pengguna memilih penyakit yang dicurigai terlebih dahulu, kemudian mencocokkan gejala yang dialami. Sistem akan menghitung tingkat kesesuaian gejala untuk mengonfirmasi kemungkinan penyakit tersebut.



Gambar 8. Halaman Diagnosa *Backward Chaining*

6. Halaman Hasil Diagnosa *Backward Chaining*
 Halaman hasil diagnosa *backward chaining* menampilkan persentase kecocokan berdasarkan penyakit yang dipilih serta daftar gejala yang terpenuhi hasil pencocokan dengan basis pengetahuan,



Gambar 9. Halaman Hasil Diagnosa *Backward Chaining*

7. Halaman Riwayat Konsultasi
 Halaman ini menampilkan riwayat konsultasi dan diagnosa pengguna, termasuk tanggal, hasil diagnosa, persentase kecocokan, dan opsi detail.

4.3 Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan pada 10 sampel data dengan membandingkan hasil diagnosa sistem pakar dan analisis pakar untuk menilai ketepatan kinerja sistem.

Tabel 4. Pengujian Akurasi

Kasus	Diagnosis Dokter	Diagnosa Sistem	Keterangan
1	Gejala sama dengan TB paru	TB Paru	Sesuai
2	Gejala sama dengan TB paru	TB Pleura	Tidak Sesuai
3	Gejala awal sama dengan TB paru, disertai gejala pada saluran kemih seperti urgensi urin	TB Urogenital	Sesuai
4	Gejala sama dengan TB paru, disertai keluhan nyeri pada tulang, benjolan, atau deformitas tulang dan sendi	TB Tulang & Sendi	Sesuai
5	Gejala sama dengan TB paru, ditambah dengan keluhan kaku kuduk, dapat disertai dan tanpa disertai kejang	TB Sistem Saraf	Sesuai
6	Gejala sama dengan TB paru dan keluhan tambahan seperti perubahan suara, sakit menelan	TB Laring	Sesuai

7	Sama dengan TB paru, dan ada gangguan pada rahim, seperti rasa nyeri perut bawah	TB Endometrium	Sesuai
8	Gejala sama dengan TB paru, disertai gangguan saluran cerna, berupa bab berdarah, diare dan konstipasi, nyeri perut	TB Gastrointestinal	Sesuai
9	Sama dengan TB paru dan gejala tambahan di telinga	TB Telinga	Sesuai
10	Sama dengan gejala TB paru	TB Pleura	Tidak Sesuai

Berdasarkan tabel 4 uji akurasi terhadap 10 sampel data penyakit telah dilaksanakan, dan nilai akurasinya diperoleh dari hasil perhitungan di bawah ini:

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{8}{10} \times 100 = 80\%$$

Dapat disimpulkan bahwa akurasi pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tuberculosis Menggunakan Metode Forward Chaining dan Backward Chaining berdasarkan 10 sampel pada tabel 4 memperlihatkan bahwa hasil pengujian menunjukkan akurasi yang baik, sesuai dengan hasil diagnosa pakar sebesar 80%.

5. Kesimpulan

5.1 Simpulan

Berdasarkan pembahasan sebelumnya diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pakar ini membantu masyarakat mendeteksi gejala awal TBC secara mandiri dengan menganalisis gejala yang dimasukkan pengguna, sehingga memberikan informasi awal dan mendorong tindakan cepat sebelum kondisi memburuk
2. Sistem pakar berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan metode *forward chaining* dan *backward chaining*, yang meningkatkan akurasi deteksi penyakit. Sistem berbasis web ini dibuat dengan PHP dan MySQL, dan sistem mencapai tingkat akurasi 80% berdasarkan 10 data uji, menunjukkan kesesuaian yang cukup tinggi dengan analisis pakar, meskipun tetap memerlukan konfirmasi medis.

3. Sistem ini menjadi solusi alternatif bagi masyarakat yang ragu memeriksakan diri ke fasilitas kesehatan, dengan memberikan informasi awal yang mendorong kepercayaan diri untuk segera melakukan pemeriksaan medis, sehingga membantu mengurangi keterlambatan diagnosis dan penularan penyakit.

5.2 Saran

Sistem pakar diagnosa TBC telah memenuhi tujuan penelitian, namun masih memerlukan pengembangan lebih lanjut agar manfaatnya lebih luas dan optimal:

1. Sistem perlu ditingkatkan agar responsif dan *mobile-friendly*, mengingat mayoritas pengguna mengakses melalui perangkat *Android* atau *smartphone*.
2. Basis pengetahuan perlu diperluas dan didukung metode seperti *machine learning* atau *fuzzy logic* untuk meningkatkan akurasi diagnosis berdasarkan pola gejala yang lebih kompleks.

Daftar Rujukan

- [1] Y. Y. Ginting, Z. Panjaitan, and W. Riansah, "Implementasi Dempster Shafer Pada Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Helminthiasis Pada Hewan Kucing," vol. 2, no. November, pp. 1019–1030, 2023.
- [2] 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.
- [3] I. R. Yansyah and S. Sumijan, "Sistem Pakar Metode Forward Chaining untuk Mengukur Keparahan Penyakit Gigi dan Mulut," *J. Sistim Inf. dan Teknol.*, vol. 3, pp. 41–47, 2021, doi: 10.37034/jsisfotek.v3i2.42.
- [4] T. T. Thoriq, N. Novianda, and R. Akram, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit Menggunakan Metode Forward dan Backward Chaining," *J. Eksplora Inform.*, vol. 11, no. 2, pp. 130–139, 2023, doi: 10.30864/eksplora.v11i2.883.
- [5] S. D. Pralambang and S. Setiawan, "Faktor Risiko Kejadian Tuberculosis di Indonesia," *J. Biostat. Kependudukan, dan Inform. Kesehat.*, vol. 2, no. 1, p. 60, 2021, doi: 10.51181/bikfokes.v2i1.4660.
- [6] N. Hasina, Siti, A. Rahmawati, I. Faizah, Y. Sari, Ratna, and R. Rohmawati, "Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal," vol. 13, no. April, pp. 453–462, 2023.
- [7] L. A. Hidayat, F. Sommeng, R. Putri, I. Abdullah, and E. Pandu, "Pengaruh Kebiasaan Merokok dengan Kejadian Tuberculosis Ekstra Paru Pada Pasien Tuberculosis Di Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar Tahun 2021-2023," vol. 3, pp. 7220–7230, 2023.
- [8] A. T. Ampow, J. F. J. Timban, and A. G. E. Y. Rondo, "Gambaran Foto Toraks Pasien Tuberculosis Paru dengan Efusi Pleura di RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Periode Januari – Juni 2022," *Med. Scope J.*, vol. 5, no. 1, pp. 57–63, 2023, doi: 10.35790/msj.v5i1.45128.
- [9] Jamaluddin Madolangan, *Tata Laksana TBC Ekstra Paru Dan Studi Kasus*. Guepedia, 2024. [Online]. Available:

- https://www.google.co.id/books/edition/Tata_Laksana_TB_C_Ekstra_Paru_Dan_Studi_K/4QBREQAQBAJ?hl=id&gbpv=0
- [10] Agus Supinganto, *Health Belief Model (HBM) dan Aplikasinya dalam Pencegahan Tuberculosis (TB) di Komunitas dan Keluarga*. Indonesia: Asadel Liamsindo Teknologi, 2024. [Online]. Available: https://www.google.co.id/books/edition/Pencegahan_Tuberculosis_Integrasi_Konsep/3ysUEQAQBAJ?hl=id&gbpv=0
- [11] S. Deviano, T. Djuwantono, E. D. Achmad, and D. Tjahyadi, "Diskrepansi Diagnosis Preoperatif dan Hasil Patologi Anatomi Postoperatif Serta Gangguan Pola Haid Pada Tuberculosis Genital," *Indones. J. Obstet. Gynecol. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 110–114, 2022, doi: 10.24198/obgynia/v5n1.346.
- [12] N. Cendranita and S. Nurhikmah, "Suara Serak dan Nyeri Menelan Sebagai Manifestasi Klinis Laringitis Tuberculosis Sekunder: Case Report," *JHIP - J. Ilm. Ilmu Pendidik.*, vol. 7, no. 1, pp. 206–209, 2024, doi: 10.54371/jiip.v7i1.3206.
- [13] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Tuberculosis," Jakarta, 2020, p. 155.
- [14] Fadlan Isa Damanik and Said Iskandar Al-Idrus, "Diagnosa Autisme Pada Anak Dengan Sistem Pakar Menggunakan Metode Forward Chaining," *J. Student Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 448–460, 2023, doi: 10.55606/jsr.v1i2.1063.
- [15] I. J. Hartantiko, R. K. Niswatin, and A. B. Setiawan, "Identifikasi Gejala Dan Penyakit Pada Tanaman Anggur Dengan Metode Forward Chaining Dan Backward Chaining," vol. 06, no. 02, pp. 152–160, 2023.
- [16] L. Lince, "Implementasi Kurikulum Merdeka untuk Meningkatkan Motivasi Belajar pada Sekolah Menengah Kejuruan Pusat Keunggulan," *Pros. Semin. Nas. Fak. Tarb. dan Ilmu Kegur. IAIM Sinjai*, vol. 1, no. 1, pp. 38–49, 2022, doi: 10.47435/sentikjar.v1i0.829.
- [17] P. Hasibuan, R. Azmi, D. B. Arjuna, and S. U. Rahayu, "Analisis Pengukuran Temperatur Udara Dengan Metode Observasi Analysis of Air Temperature Measurements Using the Observational Method," *ABDIMASJurnal Garuda Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–15, 2023, [Online]. Available: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- [18] D. Julya and I. R. D. Nur, "Studi Literatur Mengenai Kecemasan Matematis Terhadap Pembelajaran Matematika," *Didact. Math.*, vol. 4, no. 1, pp. 181–190, 2022, doi: 10.31949/dm.v4i1.2006.
- [19] N. Musthofa and M. A. Adiguna, "Perancangan Aplikasi E-Commerce Spare-Part Komputer Berbasis Web Menggunakan CodeIgniter Pada Dhamar Putra Computer Kota Tangerang," *OKTAL J. Ilmu Komput. dan Sains*, vol. 1, no. 03, pp. 199–207, 2022.