

PENERAPAN METODE HYBRID SISTEM PAKAR UNTUK DIAGNOSIS PENYAKIT YANG DISEBABKAN OLEH ROKOK BERBASIS WEB

Safir Saputra Setiawan, Hindarto, Yulian Findawati, Irwan Alnarus Kautsar

Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Jl. Mojopahit No.666B, Sidoarjo, Jawa Timur 61215, Indonesia
hindarto@umsida.ac.id

ABSTRAK

Aktivitas merokok merupakan kebiasaan yang masih banyak dilakukan oleh masyarakat dan memiliki potensi menimbulkan berbagai penyakit serius, baik bagi perokok aktif maupun perokok pasif. Namun, keterbatasan pengetahuan serta akses terhadap diagnosis dini menyebabkan banyak penyakit akibat rokok tidak terdeteksi sejak awal. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pakar berbasis web yang dapat membantu melakukan diagnosis awal penyakit akibat rokok. Metode yang digunakan adalah metode *hybrid*, yaitu kombinasi *Forward Chaining* sebagai teknik inferensi dan *Certainty Factor* untuk menentukan tingkat keyakinan hasil diagnosis berdasarkan gejala yang dipilih pengguna. Sistem dikembangkan menggunakan *React JS* dengan basis data *SQLite*. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk menguji fungsionalitas sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendiagnosis delapan jenis penyakit akibat rokok berdasarkan 33 gejala dengan tingkat keyakinan yang terukur serta menampilkan persentase keyakinan dan saran penanganan awal. Sistem ini dapat digunakan sebagai alat bantu diagnosis awal sebelum dilakukan pemeriksaan lebih lanjut oleh tenaga medis.

Kata kunci : Sistem Pakar, *Certainty Factor*, *Forward Chaining*, Penyakit Rokok, Diagnosis

1. PENDAHULUAN

Aktivitas merokok merupakan kebiasaan yang masih banyak dilakukan oleh masyarakat Indonesia dari berbagai kelompok usia, mulai dari remaja hingga lanjut usia. Data menunjukkan bahwa sekitar 40,3% penduduk Indonesia merupakan perokok aktif dan jumlah tersebut cenderung mengalami peningkatan setiap tahunnya [1]. Kebiasaan merokok dapat menimbulkan berbagai dampak negatif bagi kesehatan, baik bagi perokok aktif maupun perokok pasif. Asap rokok mengandung lebih dari 7.000 zat kimia berbahaya yang berpotensi menyebabkan berbagai penyakit serius, seperti kanker paru-paru, kanker mulut, kanker tenggorokan, serangan jantung, penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), stroke, dan gangguan kesehatan lainnya [2]. Bahkan, sekitar 75% dampak kesehatan akibat rokok justru dialami oleh perokok pasif yang tidak secara langsung mengonsumsi rokok.

Meskipun risiko kesehatan akibat rokok sangat besar, masih banyak masyarakat yang memiliki keterbatasan pengetahuan mengenai gejala awal penyakit yang disebabkan oleh rokok. Selain itu, akses terhadap layanan kesehatan untuk melakukan diagnosis dini juga masih terbatas, sehingga banyak penyakit akibat rokok tidak terdeteksi sejak tahap awal. Kondisi ini menyebabkan keterlambatan penanganan yang dapat memperburuk keadaan kesehatan penderita. Oleh karena itu, diperlukan suatu solusi yang mampu membantu masyarakat dalam melakukan diagnosis awal penyakit akibat rokok secara mandiri, cepat, dan mudah diakses.

Sistem pakar merupakan salah satu solusi berbasis teknologi yang dirancang untuk meniru kemampuan seorang pakar dalam mengambil

keputusan berdasarkan pengetahuan dan fakta yang ada [3]. Dalam sistem pakar, metode *Forward Chaining* digunakan sebagai teknik inferensi yang bekerja berdasarkan fakta-fakta atau gejala yang diketahui untuk menghasilkan kesimpulan diagnosis [4]. Namun, proses diagnosis penyakit tidak selalu bersifat pasti karena adanya tingkat keyakinan yang berbeda terhadap setiap gejala yang dialami. Oleh sebab itu, metode *Certainty Factor* digunakan untuk mengukur tingkat keyakinan terhadap hasil diagnosis berdasarkan tingkat kepercayaan dan ketidakpercayaan pakar terhadap suatu gejala [5][6].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pakar berbasis web yang mampu membantu melakukan diagnosis awal penyakit yang disebabkan oleh rokok dengan menerapkan metode *hybrid Forward Chaining* dan *Certainty Factor*. Sistem ini diharapkan dapat memberikan informasi berupa jenis penyakit, tingkat keyakinan hasil diagnosis, serta saran penanganan awal sehingga dapat meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap dampak kesehatan akibat kebiasaan merokok.

Dalam penyelesaiannya, penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data penyakit dan gejala melalui studi literatur, penyusunan basis pengetahuan berupa data gejala, data penyakit, dan *rule base*, penerapan metode *Forward Chaining* untuk menentukan kesimpulan diagnosis, serta penerapan metode *Certainty Factor* untuk menghitung tingkat keyakinan hasil diagnosis. Selanjutnya, sistem dikembangkan berbasis web dan dilakukan pengujian fungsional menggunakan metode *Black Box Testing* serta pengujian pengguna untuk memastikan sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terkait sistem pakar untuk diagnosis penyakit yang disebabkan oleh rokok telah banyak dilakukan dengan berbagai metode. Kajian terhadap penelitian terdahulu diperlukan sebagai bahan perbandingan dan landasan dalam pengembangan sistem pakar diagnosis penyakit yang disebabkan oleh rokok pada penelitian ini.

Penelitian [7] dalam penelitiannya dengan membuat sistem pakar diagnosa penyakit akibat penggunaan rokok elektrik (vape) dengan menerapkan metode *certainty factor* dapat memberikan kemudahan dalam melakukan diagnosa serta memberikan diagnosa yang lebih akurat berdasarkan kejadian terdahulu dan dapat direvisi kembali dalam memecahkan permasalahan yang baru. Berdasarkan hasil pengujian dengan perbandingan antara hasil diagnosa sistem memiliki kemampuan penyelesaian masalah dari penderita dengan mendapatkan hasil sehingga sistem ini dapat dikatakan layak untuk digunakan.

Penelitian [8] membuat sistem pakar diagnosis penyakit pada perokok menggunakan metode *forward chaining* berbasis web untuk mempermudah pengguna dalam mendiagnosa penyakit secara dini, serta memberikan pengetahuan tentang penyakit yang disebabkan oleh asap rokok. Sistem yang dibuat yaitu menganalisa kebutuhan yang diperlukan seperti gejala, penyakit, dan penanganannya.

Penelitian [9] membangun sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit saluran pernapasan menggunakan *forward chaining*. Sistem ini akan memberikan hasil diagnosa berupa informasi penyakit melalui proses konsultasi antara sistem dan pemakai dengan cara jawaban dan aturan yang berada di dalam sistem harus sesuai.

Penelitian [10] membuat sistem pakar dalam mendiagnosis perokok aktif menggunakan metode *forward chaining* dan *certainty factor* berbasis android. Dalam penelitiannya menghasilkan perhitungan pada sampel diagnosa penyakit memiliki persentase tingkat kepastian sebesar 97.75% dan hasil tersebut mendiagnosa penyakit kanker mulut.

2.1. Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan sistem yang menggunakan pengetahuan manusia yang terekam dalam komputer untuk memecahkan persoalan yang membutuhkan keahlian manusia. Tujuan adanya sistem pakar bukan untuk menggantikan kedudukan seorang ahli atau seorang pakar, tetapi hanya untuk memasyarakatkan pengetahuan dan pengalaman dari para pakar [3].

2.2. Forward Chaining

Forward Chaining merupakan metode penelusuran yang diawali dari fakta-fakta yang sudah diketahui. Proses ini bekerja dengan memanfaatkan data yang ada, kemudian menerapkan aturan inferensi untuk menghasilkan informasi baru hingga mencapai

tujuan atau kesimpulan yang diinginkan. Metode ini cocok digunakan jika pengguna mengetahui gejala-gejala penyakit tetapi tidak mengetahui jenis penyakitnya. Sebagai gambaran mekanisme inferensi *forward chaining*, aturan diagnosis disusun dalam tabel aturan yang menjelaskan keterkaitan antara gejala dan penyakit [4][11]. Aturan *forward chaining* dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Rule Base

No	JIKA (Gejala)	MAKA (Penyakit)
1	G1, G2, G3, G4, G5	P1 (Kanker paru-paru)
2	G6, G7, G8, G9	P2 (Kanker mulut)
3	G10, G11, G1, G12, G13, G8, G3, G14	P3 (Kanker tenggorokan)
4	G4, G15, G16, G17, G18, G19, G5	P4 (Serangan jantung)
5	G20, G21, G5, G22, G3, G4, G23, G24	P5 (PPOK)
6	G16, G25, G26, G27, G28	P6 (Stroke)
7	G5, G4, G29, G30	P7 (ISPA)
8	G31, G32, G33	P8 (Impoten)

2.3. Certainty Factor

Certainty Factor adalah metode untuk mendapatkan suatu kepastian dari suatu data. Derajat gabungan kepercayaan dan ketidakpercayaan umumnya dinyatakan dalam satu harga dari suatu data [5][6]. Rumus dasar *Certainty Factor* adalah:

$$CF(H, E) = MB(H, E) - MD(H, E) \quad (1)$$

Keterangan:

CF = *Certainty Factor*

MB = *Measure of Belief*

MD = *Measure of Disbelief*

H = Hipotesis

E = Evidence (fakta).

Untuk menghitung nilai CF yang lebih dari 1 gejala menggunakan rumus:

$$CF_{combine} = CF_1 + CF_2 \times (1 - CF_1) \quad (2)$$

Tabel 2. Nilai MB & MD

Nama Penyakit	Kode Gejala	MB	MD
Kanker paru-paru	G1	0,8	0,2
	G2	0,9	0,1
	G3	0,7	0,2
	G4	0,8	0,2
	G5	0,85	0,15
Kanker mulut	G6	0,85	0,15
	G7	0,8	0,2
	G8	0,8	0,2
	G9	0,75	0,25
Kanker tenggorokan	G10	0,85	0,15
	G11	0,8	0,2
	G1	0,7	0,3
	G12	0,8	0,2
	G13	0,7	0,3
	G8	0,7	0,3
	G3	0,6	0,3
	G14	0,8	0,2

Nama Penyakit	Kode Gejala	MB	MD
Serangan jantung	G4	0,9	0,1
	G5	0,85	0,15
	G15	0,8	0,2
	G16	0,7	0,3
	G17	0,7	0,3
	G18	0,65	0,35
PPOK	G19	0,8	0,2
	G20	0,55	0,6
	G21	0,8	0,1
	G5	0,85	0,15
	G22	0,7	0,3
	G3	0,6	0,4
	G4	0,7	0,3
Stroke	G23	0,8	0,2
	G24	0,9	0,1
	G16	0,7	0,3
	G25	0,7	0,3
	G26	0,8	0,2
ISPA	G27	0,8	0,2
	G28	0,8	0,2
	G5	0,8	0,2
	G4	0,7	0,3
Impoten	G29	0,7	0,3
	G30	0,7	0,3
	G31	0,9	0,1
	G32	0,8	0,2
	G33	0,8	0,2

Tabel 2 menampilkan nilai *Measure of Belief* (MB) dan *Measure of Disbelief* (MD) yang menggambarkan tingkat kepastian dan ketidakpastian pakar terhadap hubungan gejala dan penyakit. Nilai tersebut digunakan dalam perhitungan *Certainty Factor* untuk menentukan tingkat kepastian diagnosis.

Untuk memudahkan pengguna dalam memilih tingkat kepastian terhadap gejala yang dialami, sistem menyediakan pilihan tingkat kepastian dalam bentuk kata-kata. Setiap pilihan tersebut memiliki nilai CF tertentu yang digunakan dalam proses perhitungan.

Tabel 3. Skala Kepastian

Skala Kepastian	Nilai CF
Definit (Sangat Yakin)	1
Hampir Pasti (Yakin)	0,8
Kemungkinan Besar (Cukup Yakin)	0,6
Mungkin (Ragu-ragu)	0,4
Kemungkinan Kecil (Tidak Yakin)	0,2
Tidak Ada Kepastian	0

Tabel 3 menyajikan skala *Certainty Factor* untuk menafsirkan tingkat keyakinan diagnosis, dengan nilai antara 0 hingga 1, nilai yang mendekati 1 menunjukkan tingkat kepastian yang semakin tinggi

3. METODE PENELITIAN

3.1. Analisis Sistem

Analisis sistem dilakukan untuk menentukan kebutuhan dan ruang lingkup sistem pakar diagnosis penyakit akibat rokok. Sistem dirancang berbasis web untuk membantu proses diagnosis awal secara cepat dan mudah digunakan. Data yang digunakan meliputi

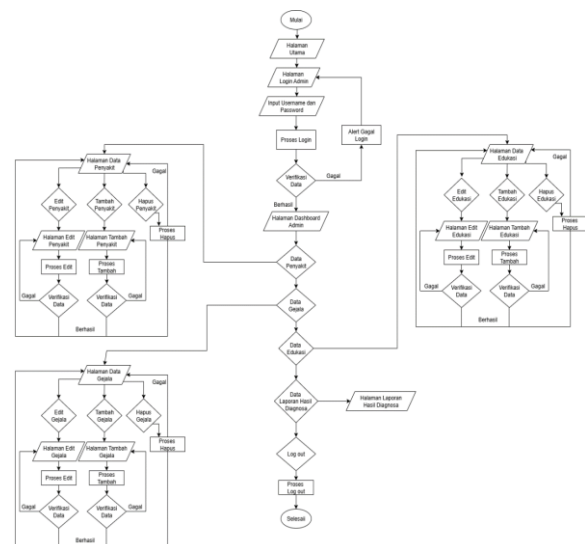
data gejala dan data penyakit yang diperoleh dari studi literatur dengan menelaah berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, artikel kesehatan, yang membahas tentang gejala-gejala, jenis penyakit, serta dampak merokok bagi kesehatan, kemudian disusun sebagai basis pengetahuan. Selain itu, pada tahap analisis sistem ditetapkan metode *Forward Chaining* untuk penentuan kesimpulan diagnosis serta metode *Certainty Factor* untuk menghitung tingkat keyakinan hasil diagnosis.

3.2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan tahap dalam proses pengembangan perangkat lunak yang bertujuan untuk menggambarkan bagaimana sistem akan dirancang dan dibangun agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Pada tahap ini, kebutuhan yang telah dianalisis diterjemahkan dalam bentuk rancangan berupa alur proses (flowchart), aliran data (DFD), dan rancangan antarmuka (UI UX) yang nantinya akan digunakan sebagai dasar implementasi sistem.

3.3. Flowchart Admin

Flowchart admin pada gambar 1 menunjukkan alur kerja admin dalam sistem pakar. Alur kerja admin dimulai dari login dan verifikasi, kemudian diarahkan ke *dashboard* untuk mengelola data penyakit, gejala, edukasi, *rule base*, serta melihat laporan hasil diagnosis dari pengguna, admin juga dapat memberikan aksi hapus dan edit pengguna, dan diakhiri dengan logout.

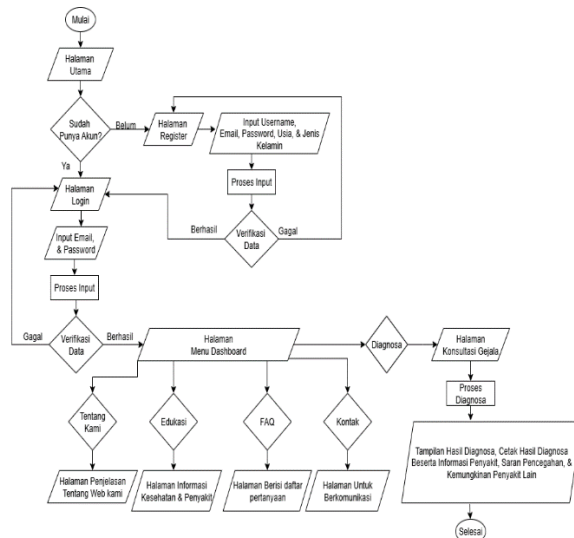


Gambar 1. Flowchart Admin

3.4. Flowchart User

Flowchart user pada gambar 2 menggambarkan alur penggunaan yang dimulai dari halaman utama. Pengguna dapat melakukan registrasi jika belum memiliki akun atau langsung login apabila sudah terdaftar. Setelah proses verifikasi berhasil, pengguna diarahkan ke *dashboard* yang menyediakan menu informasi dan layanan diagnosis. Melalui menu diagnosis, pengguna menginput gejala yang dirasakan,

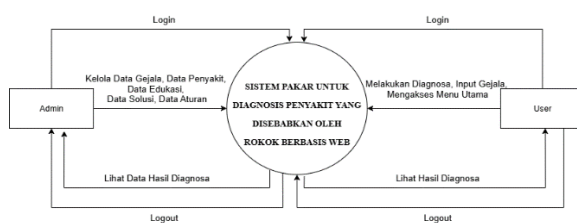
kemudian sistem memproses data tersebut menggunakan basis pengetahuan untuk menghasilkan hasil diagnosis beserta saran pencegahan, pengguna juga memiliki opsi mencetak hasil diagnosa. Setelah proses konsultasi selesai, pengguna dapat kembali ke *dashboard* atau log out.



Gambar 2. Flowchart User

3.5. Data Flow Diagram Level 0

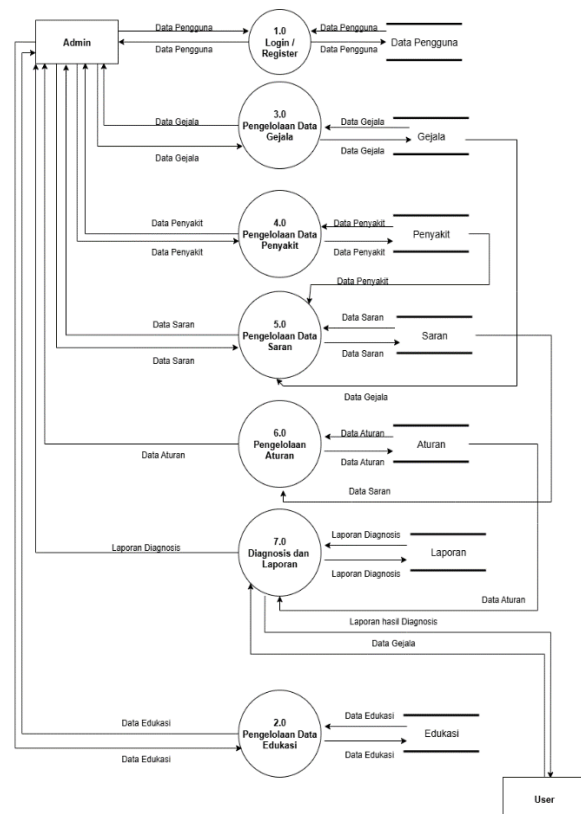
Gambar 3 pada DFD Level 0 menggambarkan sistem sebagai satu proses utama yang melibatkan admin dan user. Admin melakukan login untuk Mengelola data penyakit, gejala, edukasi, aturan (basis pengetahuan), serta melihat laporan hasil diagnosis. User dapat mengakses informasi umum tanpa login, namun harus login untuk melakukan diagnosis dengan menginput gejala dan menerima hasil diagnosis dari sistem. Sistem memproses seluruh input berdasarkan basis pengetahuan dan menampilkan keluaran sesuai kebutuhan masing-masing pengguna.



Gambar 3. DFD Level 0

3.6. Data Flow Diagram Level 1

Pada gambar 4 DFD Level 1 menjelaskan proses utama dalam sistem pakar diagnosis penyakit akibat rokok. Proses diawali dengan login atau registrasi pengguna. Admin mengelola data edukasi, gejala, oenyakit, saran, dan aturan untuk menghasilkan hasil diagnosis yang ditampilkan kepada pengguna, serta menyimpan laporan secara terintegrasi dalam basis data.



Gambar 4. DFD Level 1

3.7. Data Gejala

Tabel gejala merupakan komponen penting dalam basis pengetahuan sistem pakar. Pada tabel 4 terdapat 33 gejala yang teridentifikasi dan digunakan sebagai acuan dalam proses inferensi menggunakan metode *Forward Chaining*, serta digunakan dalam perhitungan *Certainty Factor* untuk menentukan tingkat kepastian hasil diagnosis. Masing-masing diberi kode G1 hingga G33. Penetapan kode gejala memungkinkan sistem dalam melakukan diagnosis secara terarah dan konsisten sesuai kondisi yang diamati pengguna.

Tabel 4. Data Gejala

Kode	Nama Gejala
G1	Batuk berkelanjutan
G2	Batuk disertai darah
G3	Penurunan massa tubuh signifikan
G4	Nyeri pada dada
G5	Kesulitan bernapas
G6	Luka mulut persisten dengan perdarahan
G7	Lesi merah atau putih di rongga mulut
G8	Benjolan yang tidak sembuh
G9	Gigi longgar tanpa penyebab jelas
G10	Disfagia (kesulitan menelan)
G11	Perubahan kualitas suara (suara serak/artikulasi tidak jelas)
G12	Sakit tenggorokan
G13	Otalgia/tinnitus (nyeri telinga/telinga berdenging)
G14	Pembengkakan area wajah (mata, rahang, tenggorokan, leher)
G15	Diaforesis (keringat berlebih)

Kode	Nama Gejala
G16	Vertigo/pusing
G17	Dispepsia (gangguan pencernaan seperti mual dan muntah)
G18	Kecemasan
G19	Penurunan tingkat kesadaran
G20	Batuk produktif persisten
G21	Dispnea (napas tersengal-sengal)
G22	Fatigue (kelelahan)
G23	Edema pada ekstremitas bawah
G24	Sianosis (bibir atau kuku kebiruan)
G25	Tremor
G26	Hemiparesis (kelemahan/mati rasa satu sisi tubuh)
G27	Gangguan keseimbangan dan koordinasi berjalan
G28	Gangguan berbicara dan penglihatan
G29	Takikardia (jantung berdebar cepat)
G30	Kelelahan mudah
G31	Disfungsi ereksi
G32	Ketidakmampuan mempertahankan ereksi untuk ejakulasi dan orgasme
G33	Kehilangan gairah seks

3.8. Data Penyakit

Pada tabel 5 memuat 8 jenis penyakit disebabkan oleh rokok yang masing-masing diberi kode P1 hingga P8. Data penyakit berperan sebagai basis hasil diagnosis yang mempresentasikan kemungkinan penyakit berdasarkan gejala yang dipilih pengguna. Penetapan kode bertujuan untuk memudahkan penyusunan *rule base*, proses inferensi sistem, serta penyajian hasil diagnosis dan rekomendasi penanganan secara terstruktur.

Tabel 5. Data Penyakit

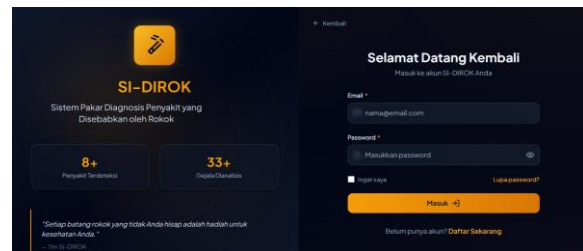
Kode Penyakit	Tabel Penyakit
P1	Kanker paru-paru
P2	Kanker mulut
P3	Kanker tenggorokan
P4	Serangan jantung
P5	Penyakit paru obstruktif kronik (PPOK)
P6	Stroke
P7	Infeksi saluran pernafasan (ISPA)
P8	Impoten

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penerapan sistem pakar diagnosis penyakit akibat rokok berbasis web yang telah dikembangkan. Pembahasan mencakup implementasi sistem, dan pengujian.

4.1. Halaman Login

Halaman login berfungsi sebagai akses awal pengguna ke dalam sistem. Halaman ini menyediakan form input email dan kata sandi untuk proses verifikasi akun, serta fitur pendaftaran bagi pengguna baru dan opsi lupa kata sandi. Selain itu, sistem dilengkapi validasi untuk memastikan data login yang dimasukkan sesuai.



Gambar 5. Halaman Login

4.2. Halaman Dashboard User

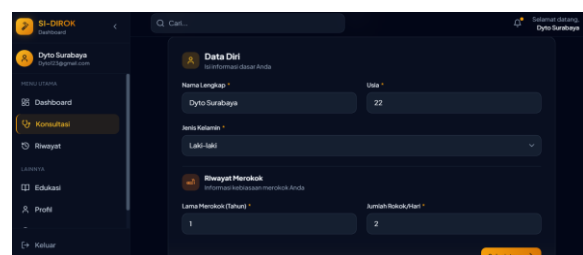
Halaman dashboard user berfungsi sebagai pusat informasi dan akses utama bagi pengguna untuk memulai diagnosis, mengakses informasi edukasi serta melihat Riwayat diagnosis terbaru.



Gambar 6. Halaman Dashboard User

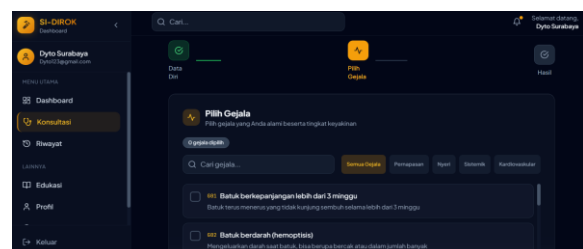
4.3. Halaman Konsultasi Gejala

Halaman konsultasi gejala berfungsi sebagai sarana bagi pengguna untuk mengisi data diri dan memilih gejala yang dialami. Data diri meliputi nama, usia, durasi kebiasaan merokok, serta jumlah rokok yang dikonsumsi per hari.



Gambar 7. Halaman Data Diri

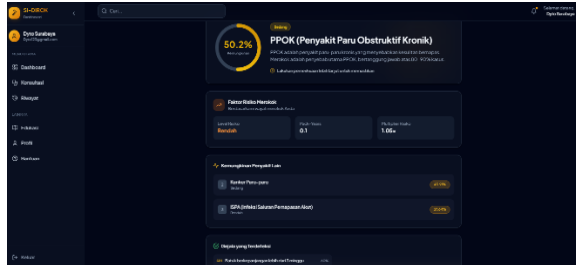
Pengguna juga memilih gejala yang dirasakan disertai tingkat keyakinan atau kepastian sesuai kondisi yang dialami. Setelah seluruh data diisi, pengguna menekan tombol proses diagnosis untuk memperoleh hasil diagnosis dari sistem.



Gambar 8. Halaman Pilih Gejala

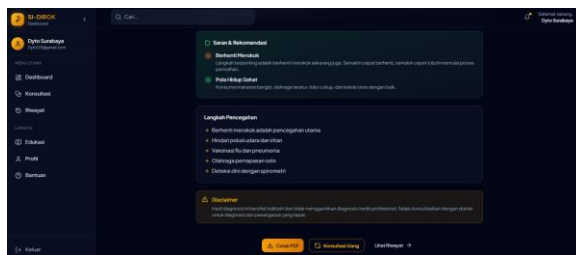
4.4. Halaman Hasil Diagnosis

Halaman hasil konsultasi berfungsi untuk menampilkan hasil diagnosis berdasarkan gejala dan riwayat merokok pengguna, meliputi tingkat risiko merokok, persentase kemungkinan penyakit lain, serta gejala yang terdeteksi serta tingkat keyakinan



Gambar 9. Halaman Hasil Diagnosis

Selain itu, halaman ini juga menyediakan saran & rekomendasi, langkah pencegahan, fitur cetak hasil dalam bentuk PDF, opsi konsultasi ulang, serta disclaimer bahwa hasil diagnosis bersifat indikatif dan tidak menggantikan diagnosis medis profesional.



Gambar 10. Halaman Hasil Diagnosis

4.5. Pengujian Black Box Testing

Pengujian sistem bertujuan untuk memastikan seluruh fitur aplikasi berfungsi sesuai dengan kebutuhan yang telah dirancang. Pengujian dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing*, yaitu pengujian yang berfokus pada fungsi sistem tanpa memperhatikan struktur kode program [12]. Hasil pengujian *Black Box* pada fitur-fitur utama, baik pada sisi admin maupun user, disajikan pada tabel 6 untuk memastikan setiap fungsi dapat berjalan dengan baik.

Tabel 6. *Black Box Testing*

Akses	Fungsi	Hasil
Admin	Dapat melakukan login ke sistem	Berhasil
Admin	Dapat mengelola data user (hapus, jadikan admin/user)	Berhasil
Admin	Dapat mengelola data gejala (tambah, edit, hapus)	Berhasil
Admin	Dapat mengelola data penyakit (tambah, edit, hapus)	Berhasil
Admin	Dapat mengelola data rule base (tambah, edit, hapus)	Berhasil

Akses	Fungsi	Hasil
Admin	Dapat mengelola data edukasi (tambah, edit, hapus)	Berhasil
Admin	Dapat melakukan logout dari sistem	Berhasil
User	Dapat melakukan Registrasi	Berhasil
User	Dapat melakukan login ke sistem	Berhasil
User	Dapat melihat halaman dashboard	Berhasil
User	Dapat melakukan proses konsultasi/diagnosis	Berhasil
User	Dapat melihat hasil diagnosis	Berhasil
User	Dapat melihat riwayat diagnosis	Berhasil
User	Dapat melakukan logout dari sistem	Berhasil

Hasil pengujian *Black Box* menunjukkan seluruh fungsi berjalan dengan baik dengan tingkat keberhasilan 100%. Selain itu, dilakukan user testing menggunakan skala *Likert* terhadap 15 responden untuk menilai tingkat kepuasan pengguna.

4.6. Pengujian Sistem User

Pengujian user dilakukan dengan membagikan kuesioner kepada pengguna setelah menggunakan sistem pakar untuk diagnosis penyakit akibat rokok [13]. Tabel 8 menampilkan pertanyaan yang digunakan untuk menilai aspek kemudahan penggunaan, tampilan Antarmuka, kejelasan informasi, kesesuaian data gejala, serta manfaat hasil diagnosis yang ditampilkan oleh sistem.

Tabel 7. Skala Penilaian *Likert*

No	Keterangan
1	Sangat Tidak Setuju
2	Tidak Setuju
3	Netral
4	Setuju
5	Sangat Setuju

Nilai yang diperoleh dari setiap butir pernyataan kemudian dijumlahkan dan dihitung untuk mengetahui tingkat kepuasan rata-rata responden menggunakan rumus skala *Likert* sebagai berikut:

$$\text{Skor Akhir (\%)} = \frac{\text{Total Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100\%$$

Keterangan :

- Total Skor yang Diperoleh = jumlah keseluruhan nilai jawaban responden.
- Skor Maksimum = jumlah responden $\times$ skor tertinggi (5).

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil User Testing (15 Responden)

No	Pernyataan	Jumlah Responden per Skala					Total Skor	Rata-rata
		1	2	3	4	5		
1	Apakah aplikasi sistem pakar diagnosis penyakit yang disebabkan oleh rokok mudah digunakan?	0	0	0	4	11	71	4,73
2	Apakah tampilan antarmuka aplikasi sistem pakar diagnosis yang disebabkan oleh rokok terlihat menarik?	0	0	0	5	10	70	4,67
3	Apakah informasi gejala, penyakit, dan edukasi yang ditampilkan pada aplikasi sudah jelas dan mudah dipahami?	0	0	0	3	12	72	4,80
4	Apakah data gejala yang tersedia sesuai dengan kondisi penyakit yang disebabkan oleh rokok?	0	0	0	6	9	69	4,60
5	Apakah hasil diagnosis yang ditampilkan aplikasi membantu dalam mengetahui penyakit yang disebabkan oleh rokok?	0	0	0	7	8	68	4,53
Total Keseluruhan		0	0	0	25	50	350	4.67

Berdasarkan hasil pengujian *user testing* menggunakan skala *Likert* terhadap 15 responden, diperoleh total skor 350 dari skor maksimum 375, sehingga menghasilkan persentase kepuasan sebesar 93%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pakar diagnosis penyakit akibat rokok berbasis web berhasil dikembangkan dan diimplementasikan dengan menggunakan metode *hybrid Forward Chaining* dan *Certainty Factor*. Metode *Forward Chaining* mampu menentukan kesimpulan diagnosis berdasarkan fakta berupa gejala yang dipilih oleh pengguna, sedangkan metode *Certainty Factor* dapat mengukur tingkat keyakinan diagnosis secara kuantitatif berdasarkan nilai kepercayaan dan ketidakpercayaan pakar terhadap setiap gejala.

Sistem pakar yang dikembangkan mampu mendiagnosis delapan jenis penyakit akibat rokok, yaitu kanker paru-paru, kanker mulut, kanker tenggorokan, serangan jantung, penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), stroke, infeksi saluran pernapasan (ISPA), dan impotensi, berdasarkan 33 gejala yang telah ditetapkan dalam basis pengetahuan. Hasil diagnosis ditampilkan dalam bentuk persentase tingkat keyakinan sehingga pengguna dapat memahami kemungkinan penyakit yang dialami secara lebih jelas dan terukur, disertai dengan saran dan rekomendasi penanganan awal.

Hasil pengujian fungsional menggunakan metode *Black Box Testing* menunjukkan bahwa seluruh fitur sistem, baik pada sisi admin maupun pengguna, berjalan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan yang telah dirancang. Selain itu, hasil pengujian pengguna menggunakan skala *Likert*

terhadap 15 responden menunjukkan tingkat kepuasan yang cukup tinggi, khususnya pada aspek kemudahan penggunaan, kejelasan informasi, dan manfaat hasil diagnosis yang ditampilkan oleh sistem. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pakar yang dikembangkan mudah digunakan serta dapat membantu pengguna dalam melakukan diagnosis awal penyakit akibat rokok.

Sistem pakar ini diharapkan dapat menjadi alat bantu diagnosis awal yang informatif dan edukatif bagi masyarakat, namun tidak dimaksudkan untuk menggantikan peran tenaga medis profesional. Oleh karena itu, hasil diagnosis yang diberikan bersifat indikatif dan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan awal sebelum melakukan pemeriksaan lanjutan ke fasilitas layanan kesehatan.

Adapun saran untuk pengembangan selanjutnya, sistem pakar ini dapat dikembangkan dengan menambahkan lebih banyak jenis penyakit dan gejala agar hasil diagnosis menjadi lebih komprehensif. Selain itu, sistem dapat diintegrasikan dengan sistem informasi rumah sakit atau layanan kesehatan digital, serta dikembangkan pada platform mobile untuk meningkatkan aksesibilitas dan jangkauan pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Yunarman, M. Ilham Gilang, S. Wahyu Nurhidayati, A. Dwi Praditya, and U. Islam Negeri Fatmawati Sukarno Bengkulu, "ENTITA: Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial dan Ilmu-Ilmu Sosial Urgensi Pencegahan Siswa Perokok di Lingkungan Sekolah untuk Mendukung Pencapaian Tujuan SDGs di Indonesia", doi: 10.19105/ejpis.v1i.19149.
- [2] A. Ritonga *et al.*, "Estimasi Peluang Terkena Penyakit Paru-Paru Pada Perokok Aktif Dan Pasif Menggunakan Uji Chi-Square."

- [3] Khofifah Indah Hasanah, Sarif Surejo, Nugroho Adhi Santoso, and Pingky Septiana Ananda, "Penerapan Metode Forward Chaining Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Gangguan Penyakit Pada Perokok," *J. Inform. dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 78–89, Sep. 2022, doi: 10.56854/jt.v1i2.77.
- [4] G. Setiawan, G. S. Budi, U. A. Yogyakarta, S. Pakar, M. Inferensi, and F. Chaining, "Dike : Jurnal Ilmu Multidisiplin," vol. 1, no. 1, pp. 44–48, 2023.
- [5] M. Badrudin and J. Maulindar, "Sistem Pakar Diagnosis Stunting Balita Dengan Metode Certainty Factor dan Forward Chaining Expert System for Toddler Stunting Diagnosis Using Factor Certainty and Forward Chaining Methods," *Jurnalnya Orang Pint. Komput.*, vol. 14, no. 1, 2025, doi: 10.30591/smartcomp.v13i1.7232.
- [6] A. Efiyanti, U. K. Nisa, H. Hindarto, M. Indrawati, and A. S. Wulandari, "Deteksi Dini Penyakit Kekurangan Gizi (Stunting) Berbasis Web menggunakan Metode Certainty Factor," *Sainteks*, vol. 21, no. 2, p. 91, 2024, doi: 10.30595/sainteks.v21i2.23845.
- [7] A. Dwi and S. B. Sitepu, "SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT AKIBAT PENGGUNAAN ROKOK ELEKTRIK (VAPE) DENGAN MENERAPKAN INFERENSI FORWAD CHAINING DAN METODE CERTAINTY FACTOR," *JIKTEKS J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 01, no. 03, pp. 25–37, 2023.
- [8] and M. R. W. D. U. Willim, D. Naufal, "Implementasi Metode Forward Chaining Sistem Pakar Untuk Diagnosis Penyakit Pada Perokok".
- [9] H. hasanah, Muhasnah, "Jurnal Advance Research Informatika PERNAPASAN MENGGUNAKAN METODE FORWARD," vol. 1, no. 1, pp. 33–50, 2022.
- [10] P. Dwi Mandiri, D. Hartanti, and A. A. Sari, "Prototipe Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan (ISPA) Menggunakan Metode Certainty Factor," vol. 7, no. 2, pp. 180–191, 2024.
- [11] A. A. Sholihuddin, N. L. Azizah, Y. Findawati, and M. I. Mauliana, "The Implementation of Android-Based Expert System Using Forward Chaining Method for Diagnosing Cat Diseases," *J. Technol. Syst. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 29–42, 2024, doi: 10.47134/jtsi.v1i1.2144.
- [12] Jafar Shadiq, Ahmad Safei, and Rayhan Wahyudin Ratu Loly, "INFORMATION MANAGEMENT FOR EDUCATORS AND PROFESSIONALS Pengujian Aplikasi Peminjaman Kendaraan Operasional Kantor Menggunakan BlackBox Testing," *Inf. Manag. Educ. Prof.*, vol. Vol. 5, no. 2, pp. 97–110, 2021.
- [13] I. A. Kautsar, M. H. Hamdi, R. S. H. F. Aziz, and M. R. Maika, "User-centered Approach and Low-Code Framework for Prototyping and Income-based Education," *Proc. 7th 2023 Int. Conf. New Media Stud. CONMEDIA 2023*, no. December 2023, pp. 1–6, 2023, doi: 10.1109/CONMEDIA60526.2023.10428254.