



Contents lists available at [JESA](https://jesa.aks.or.id/index.php/jesa/index)

Journal of Engineering and Science Application



journal homepage: <https://jesa.aks.or.id/index.php/jesa/index>

Skrining Awal Untuk Mengetahui Gejala Penyakit Paru-Paru Pada Masyarakat RT 7 Jl. Ujan Nain Pondok Aren Menggunakan Metode Certainty Factor

Zaman Padrisi^a, Anggreita Tiara Putri^b

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

Article Info

Keywords:

Skrining Awal
Penyakit Paru-Paru
Sistem Pendukung Keputusan
Certainty Factor
Sistem Berbasis Web

ABSTRACT

Penyakit paru-paru memiliki gejala yang dapat saling menyerupai sehingga masyarakat dapat mengalami kesulitan mengenali kondisi yang memerlukan pemeriksaan lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem berbasis web untuk membantu skrining awal gejala penyakit paru-paru pada masyarakat RT 7, Jalan Ujan Nain, Pondok Aren, menggunakan metode Certainty Factor (CF). Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, observasi, dan studi pustaka. Pengembangan perangkat lunak mengikuti model Waterfall yang mencakup analisis kebutuhan, desain, implementasi, pengujian, penerapan, dan pemeliharaan. Metode CF digunakan untuk merepresentasikan tingkat keyakinan terhadap hipotesis penyakit berdasarkan gejala yang dipilih pengguna dan bobot pengetahuan yang dimasukkan ke dalam sistem. Aplikasi menyediakan pengelolaan data penyakit, gejala, basis pengetahuan, konsultasi, serta riwayat hasil skrining. Pengujian fungsional menggunakan metode black box menunjukkan bahwa skenario yang dilaporkan dalam skripsi, meliputi login, pengelolaan data, dan proses skrining, menghasilkan keluaran sesuai harapan. Data hasil skrining yang dirangkum menunjukkan kategori asma sebagai temuan terbanyak, yaitu 27 responden, diikuti pneumonia sebanyak 14 responden. Angka tersebut merupakan distribusi keluaran skrining pada responden penelitian dan tidak dapat ditafsirkan sebagai prevalensi penyakit atau diagnosis klinis. Penelitian ini menyimpulkan bahwa aplikasi dapat dimanfaatkan sebagai media informasi awal, dengan catatan bahwa hasilnya bergantung pada kualitas basis pengetahuan dan bobot yang digunakan. Validasi bobot bersama tenaga medis serta evaluasi terhadap data pembandingan klinis masih diperlukan untuk menilai ketepatan hasil skrining. Sistem tidak dimaksudkan untuk menggantikan pemeriksaan atau diagnosis tenaga kesehatan.

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



Corresponding Author:

Zaman Padrisia
Program Studi Teknik Informatika
Universitas Pamulang
Tangerang Selatan, Indonesia
Email: zamanpadrisi@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Teknologi informasi dapat dimanfaatkan untuk membantu penyediaan informasi awal dalam berbagai bidang, termasuk kesehatan. Salah satu penerapannya adalah sistem pakar, yaitu sistem yang mengolah pengetahuan dari ahli untuk membantu pengguna memahami suatu masalah berdasarkan aturan yang telah ditentukan. Dalam konteks kesehatan pernapasan, sistem berbasis pengetahuan dapat membantu masyarakat mengenali kemungkinan kondisi yang perlu diperiksa lebih lanjut, tanpa menggantikan pemeriksaan klinis oleh tenaga kesehatan.

Penyakit paru-paru mencakup sejumlah gangguan dengan gejala yang dapat saling menyerupai. Batuk, sesak napas, dan keluhan pernapasan lain tidak selalu menunjukkan satu jenis penyakit tertentu. Dalam skripsi ini, latar penelitian menyoroti bahwa sebagian warga dapat menganggap gejala awal sebagai keluhan biasa, sementara keterbatasan waktu, biaya, atau akses konsultasi dapat menunda pemeriksaan. Kondisi tersebut menjadi alasan perlunya media skrining awal yang mudah diakses.

Permasalahan serupa menjadi perhatian pada masyarakat RT 7, Jalan Ujan Nain, Pondok Aren. Penelitian diarahkan pada penyediaan aplikasi berbasis web yang memungkinkan pengguna memasukkan gejala yang dirasakan dan memperoleh hasil skrining berupa tingkat keyakinan terhadap kemungkinan penyakit. Ruang lingkup penyakit dalam penelitian meliputi beberapa kategori gangguan paru-paru yang dicatat pada basis pengetahuan sistem, termasuk asma, penyakit paru obstruktif kronis, bronkitis, abses paru, pneumonia, tuberkulosis, dan kanker paru.

Metode Certainty Factor dipilih karena dapat merepresentasikan tingkat keyakinan dan ketidakpercayaan terhadap suatu hipotesis berdasarkan bukti gejala. Dalam sistem yang dikembangkan, nilai dari pakar dipadukan dengan respons pengguna untuk menghitung nilai kepastian. Nilai tersebut kemudian disajikan sebagai persentase agar lebih mudah dipahami. Penggunaan nilai keyakinan tidak berarti sistem memberikan diagnosis medis definitif; hasilnya merupakan informasi skrining awal yang perlu ditindaklanjuti dengan pemeriksaan profesional.

Penelitian terdahulu yang dirangkum dalam skripsi menunjukkan penggunaan Certainty Factor untuk sistem pakar penyakit paru-paru dan gangguan pernapasan, antara lain sistem diagnosis penyakit paru-paru berbasis web, tuberkulosis berbasis Android, serta infeksi saluran pernapasan akut. Penelitian ini memiliki konteks penerapan yang lebih spesifik, yaitu warga RT 7 Jalan Ujan Nain, Pondok Aren, dengan pengembangan aplikasi web yang menyediakan fungsi pengelolaan pengetahuan oleh admin, konsultasi pengguna, dan penyimpanan riwayat hasil.

Tujuan penelitian ini adalah membangun sistem skrining awal gejala penyakit paru-paru berbasis web, menerapkan metode Certainty Factor untuk menghitung tingkat keyakinan berdasarkan gejala, dan menguji fungsi sistem. Kontribusi praktis yang diharapkan adalah tersedianya sarana informasi awal yang dapat diakses masyarakat secara lebih mudah, dengan penegasan bahwa hasil sistem tidak menggantikan diagnosis dokter.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis dan Lokasi Penelitian

Penelitian berfokus pada pengembangan sistem berbasis web untuk skrining awal gejala penyakit paru-paru. Lokasi penerapan yang disebutkan dalam skripsi adalah masyarakat RT 7, Jalan Ujan Nain, Pondok Aren. Sistem dirancang untuk dua kelompok pengguna utama, yaitu admin yang mengelola data pengetahuan dan pengguna yang melakukan konsultasi.

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik. Pertama, wawancara dengan pihak yang dianggap memiliki pengetahuan terkait penyakit paru-paru, sebagaimana dijelaskan dalam skripsi. Kedua, observasi terhadap objek penelitian untuk memahami kondisi dan kebutuhan pengguna. Ketiga, studi pustaka untuk memperoleh landasan teori dan rujukan mengenai sistem pakar, penyakit paru-paru, dan metode Certainty Factor. Informasi yang terkumpul digunakan sebagai dasar penyusunan data penyakit, gejala, serta hubungan gejala dan penyakit.

2.3 Pengembangan Sistem

Model pengembangan yang digunakan adalah Waterfall. Tahap analisis kebutuhan mengidentifikasi fungsi admin dan pengguna serta data yang diperlukan. Tahap desain mencakup rancangan proses, basis data, dan antarmuka. Pada tahap implementasi, rancangan diwujudkan menjadi aplikasi web. Selanjutnya dilakukan pengujian untuk memeriksa fungsi utama. Tahap penerapan berkaitan dengan penggunaan sistem pada lingkungan yang dituju, sedangkan pemeliharaan mencakup perbaikan kesalahan dan pembaruan sesuai kebutuhan.

Tahap	Aktivitas pada penelitian
Analisis kebutuhan	Mengidentifikasi kebutuhan admin, pengguna, data penyakit, gejala, aturan, dan konsultasi.
Desain sistem	Merancang alur proses, struktur data, serta antarmuka admin dan pengguna.
Implementasi	Membangun aplikasi web untuk pengelolaan pengetahuan dan proses skrining.
Pengujian	Menguji fungsi login, pengelolaan data, pengisian gejala, perhitungan, dan penyimpanan hasil.
Penerapan dan pemeliharaan	Menyiapkan penggunaan sistem dan melakukan perbaikan berdasarkan kebutuhan serta umpan balik.

Tabel 1. Tahapan pengembangan sistem

2.4 Metode Certainty Factor

Certainty Factor (CF) digunakan untuk mengelola ketidakpastian pada proses penalaran. Dalam pendekatan ini, Measure of Belief (MB) menyatakan ukuran keyakinan terhadap hipotesis, sedangkan Measure of Disbelief (MD) menyatakan ukuran ketidakpercayaan. Nilai CF diperoleh dari selisih kedua ukuran tersebut. Secara umum, persamaan dasar dituliskan sebagai berikut:

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

Keterangan: H merupakan hipotesis atau penyakit yang dinilai, sedangkan E merupakan bukti berupa gejala yang dipilih pengguna. Jika terdapat lebih dari satu bukti yang relevan, nilai kepastian dikombinasikan secara bertahap sesuai aturan perhitungan CF yang diterapkan pada sistem. Hasil akhirnya dikonversi menjadi persentase untuk ditampilkan kepada pengguna.

Alur perhitungan dimulai ketika pengguna memilih gejala yang dirasakan. Sistem mencocokkan gejala tersebut dengan aturan pengetahuan yang telah disimpan admin, mengambil bobot keyakinan yang sesuai, menghitung nilai CF, lalu membandingkan hasil untuk menghasilkan kemungkinan penyakit dengan tingkat keyakinan tertinggi. Nilai yang muncul merupakan estimasi berbasis aturan dan bobot pengetahuan yang dimasukkan, sehingga kualitas keluaran tetap bergantung pada kelengkapan serta ketepatan data tersebut.

2.5 Pengujian

Pengujian fungsional dilakukan menggunakan pendekatan black box, yaitu memeriksa kesesuaian masukan dan keluaran tanpa menilai struktur internal kode. Skripsi juga memuat pengujian white box pada bagian login admin, termasuk perhitungan kompleksitas siklomatis, serta User Acceptance Test (UAT) melalui kuesioner. Artikel ini merangkum hasil yang tertulis pada skripsi dan tidak menambahkan angka akurasi klinis yang tidak dilaporkan secara terukur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengembangan Aplikasi

Aplikasi yang dikembangkan menyediakan fungsi untuk admin dalam mengelola data penyakit, gejala, basis pengetahuan, nilai Certainty Factor, dan riwayat konsultasi. Pada sisi pengguna, aplikasi menyediakan akses ke halaman konsultasi, pemilihan gejala, penampilan hasil skrining, dan penyimpanan atau pencetakan hasil. Pemisahan fungsi tersebut dimaksudkan agar pengetahuan sistem dapat dikelola oleh admin, sedangkan pengguna dapat melakukan skrining melalui alur yang sederhana.

Struktur aplikasi mengikuti kebutuhan utama proses skrining. Data penyakit dan gejala menjadi komponen dasar, sedangkan data pengetahuan menghubungkan gejala dengan penyakit dan bobot yang diperlukan dalam perhitungan. Ketika pengguna mengirimkan jawaban, sistem memproses masukan tersebut dan menampilkan hasil yang disertai tingkat keyakinan. Riwayat konsultasi memungkinkan hasil terdahulu ditinjau kembali sesuai fungsi yang tersedia pada aplikasi.

3.2 Gambaran Data Hasil Skrining

Skripsi melaporkan hasil skrining warga RT 7 Jalan Ujan Nain dalam beberapa kategori penyakit. Kategori dengan jumlah terbanyak adalah asma sebanyak 27 orang. Kategori lain yang disebutkan pada grafik hasil antara lain PPOK, bronkitis, abses paru, pneumonia, tuberkulosis, dan kanker paru. Angka pada grafik yang dapat dibaca dari naskah adalah 5, 1, 0, 14, 3, dan 0 untuk kategori-kategori lainnya, dengan urutan mengikuti grafik skripsi.

Kategori pada grafik skripsi	Jumlah responden
Asma	27
PPOK	5
Bronkitis	1
Abses paru	0
Pneumonia	14
Tuberkulosis	3
Kanker paru	0

Tabel 2. Distribusi hasil skrining yang dilaporkan dalam skripsi

Distribusi tersebut menunjukkan bahwa keluaran skrining paling banyak berada pada kategori asma, disusul pneumonia. Angka ini perlu dipahami sebagai hasil pengelompokan skrining pada responden penelitian, bukan prevalensi penyakit pada seluruh penduduk setempat. Naskah skripsi tidak menjelaskan rancangan validasi klinis yang cukup untuk menyimpulkan bahwa setiap hasil sistem sama dengan diagnosis dokter. Oleh sebab itu, pembahasan difokuskan pada fungsi sistem sebagai penyedia informasi awal.

3.3 Hasil Pengujian Black Box

Skenario pengujian black box dalam skripsi meliputi login admin, pengelolaan arsip/data, dan fungsi skrining. Pada pengujian login, kombinasi nama pengguna atau kata sandi yang salah ditolak oleh sistem, sedangkan kredensial yang benar membawa admin ke halaman dashboard. Pada halaman pengelolaan data, pengujian menu, detail, rekomendasi, penghapusan, dan navigasi dashboard dilaporkan menghasilkan respons sesuai yang diharapkan.

Fungsi yang diuji	Skenario	Hasil menurut skripsi
Login admin	Username atau kata sandi salah	Login ditolak; sukses sesuai harapan
Login admin	Username dan kata sandi benar	Dashboard ditampilkan; sukses
Pengelolaan data	Membuka menu dan detail	Halaman terkait ditampilkan; sukses
Pengelolaan data	Memberi rekomendasi atau menghapus data	Aksi diproses sesuai skenario; sukses
Skrining	Membuka halaman skrining	Halaman skrining ditampilkan; sukses
Skrining	Menghitung tanpa melengkapi masukan	Peringatan kelengkapan ditampilkan; sukses
Skrining	Menghitung setelah memilih gejala	Hasil perhitungan ditampilkan; sukses
Skrining	Menyimpan hasil ke arsip	Hasil disimpan dan arsip ditampilkan; sukses

Tabel 3. Ringkasan skenario pengujian black box

Berdasarkan skenario tersebut, fungsi utama yang diuji telah memberikan keluaran sesuai dengan yang diharapkan pada dokumen skripsi. Meski demikian, keberhasilan pengujian fungsional tidak sama dengan pembuktian akurasi diagnosis. Pengujian black box mengonfirmasi perilaku fungsi pada skenario yang diuji, sementara penilaian akurasi medis memerlukan data pembandingan yang tervalidasi oleh tenaga medis dan ukuran evaluasi yang dijelaskan secara eksplisit.

3.4 Pengujian White Box dan Penerimaan Pengguna

Skripsi menjelaskan pengujian white box pada kode login admin. Berdasarkan flowgraph yang dilaporkan, terdapat 12 edge, 10 node, dan satu predicate node. Kompleksitas siklomatis dihitung dengan rumus $V(G) = E - N + 2$, sehingga $V(G) = 12 - 10 + 2 = 4$. Nilai tersebut menghasilkan empat jalur independen yang menjadi dasar pemeriksaan alur logika login.

Skripsi juga menyertakan User Acceptance Test untuk memperoleh tanggapan pengguna mengenai kemudahan dan manfaat aplikasi. Ringkasan pembahasan dalam skripsi menunjukkan bahwa sistem dipandang membantu pengguna memperoleh informasi skrining dan mendukung proses pengambilan keputusan awal. Beberapa

masukannya menyarankan penambahan informasi kesehatan dan perluasan pengetahuan sistem. Karena rincian numerik lengkap untuk semua butir UAT tidak dirangkum dalam bagian hasil yang digunakan pada artikel ini, artikel tidak menyatakan persentase penerimaan tertentu.

3.5 Pembahasan

Hasil implementasi memperlihatkan bahwa metode Certainty Factor dapat diintegrasikan ke dalam alur aplikasi web yang meliputi pengelolaan pengetahuan, pemilihan gejala, perhitungan, dan penyimpanan hasil. Nilai kepastian membantu menyajikan keluaran secara terukur dibandingkan hanya memberikan label tanpa informasi tingkat keyakinan. Walaupun demikian, nilai CF merupakan representasi dari bobot dan aturan yang dimasukkan ke dalam sistem, bukan probabilitas epidemiologis yang secara otomatis menggambarkan peluang penyakit secara klinis.

Konteks lokal penelitian memberi manfaat praktis karena aplikasi dirancang untuk masyarakat pada satu wilayah yang menjadi objek penelitian. Pengguna dapat melakukan pengisian secara mandiri dan memperoleh arahan awal untuk mempertimbangkan pemeriksaan lanjutan. Agar penggunaan tetap aman, informasi pada hasil perlu menyatakan bahwa sistem tidak menggantikan konsultasi tenaga kesehatan, terutama jika pengguna mengalami gejala berat, memburuk, atau berlangsung lama.

Keterbatasan penelitian yang perlu diperhatikan adalah kebutuhan untuk memperjelas jumlah responden, kriteria pemilihan responden, sumber dan validasi bobot pakar, serta perbandingan hasil skrining dengan diagnosis tenaga medis. Penelitian lanjutan juga dapat melakukan pengujian pada sampel yang lebih besar, melaporkan confusion matrix atau metrik evaluasi yang sesuai bila tersedia label diagnosis perbandingan, serta mengevaluasi kemudahan penggunaan dengan metode yang terukur. Pengembangan tersebut akan memperkuat dasar evaluasi selain keberhasilan fungsi perangkat lunak.

3.6 Kebutuhan Fungsional Sistem

Kebutuhan fungsional disusun berdasarkan dua kelompok aktivitas utama, yaitu pengelolaan pengetahuan dan konsultasi. Admin bertanggung jawab memasukkan serta memperbarui data penyakit, data gejala, hubungan antara gejala dan penyakit, serta bobot yang digunakan dalam penalaran. Pemisahan pengelolaan ini penting karena hasil perhitungan bergantung pada isi basis pengetahuan. Kesalahan pada nama gejala, relasi, atau bobot dapat memengaruhi keluaran meskipun program menghitung nilai dengan benar.

Pengguna menjalankan proses konsultasi melalui antarmuka yang menampilkan pilihan gejala. Pengguna perlu membaca pernyataan gejala secara cermat dan memilih hanya gejala yang sesuai dengan keadaan yang dirasakan. Setelah pilihan dikirim, sistem memproses data tersebut dan menampilkan hasil skrining. Pemeriksaan kelengkapan masukan dilakukan sebelum perhitungan agar sistem tidak memproses konsultasi kosong. Skenario ketika pengguna menekan tombol hitung tanpa melengkapi masukan telah dicantumkan dalam pengujian black box skripsi dan menghasilkan pemberitahuan kepada pengguna.

Fungsi riwayat konsultasi diperlukan untuk membantu pengguna meninjau hasil yang pernah disimpan, sementara fungsi administrasi membantu menjaga konsistensi basis pengetahuan. Riwayat juga bermanfaat sebagai jejak aktivitas aplikasi, tetapi tidak boleh diperlakukan sebagai rekam medis formal tanpa pengaturan privasi, keamanan, dan tata kelola yang sesuai. Implementasi berikutnya sebaiknya menyediakan pengendalian akses yang jelas, perlindungan data pribadi, dan informasi yang menerangkan tujuan pengumpulan data.

3.7 Alur Pemrosesan Konsultasi

Secara konseptual, alur konsultasi dimulai dari akses pengguna ke halaman skrining, kemudian pengguna memilih gejala yang sesuai. Sistem melakukan validasi masukan, membaca relasi antara gejala dan penyakit pada basis pengetahuan, mengambil bobot yang telah ditetapkan, lalu menjalankan perhitungan Certainty Factor. Hasil dari setiap hipotesis dibandingkan untuk menentukan keluaran yang memiliki nilai keyakinan tertinggi. Hasil disajikan bersama informasi pendukung dan dapat disimpan sesuai fungsi yang tersedia pada aplikasi.

Validasi masukan merupakan bagian yang penting karena gejala yang tidak dipilih tidak semestinya diperlakukan sebagai gejala positif. Demikian pula, apabila pengguna tidak memahami istilah gejala, jawaban dapat menjadi kurang tepat. Antarmuka sebaiknya menyertakan penjelasan singkat dengan bahasa yang mudah dipahami tanpa mengarahkan pengguna untuk memilih jawaban tertentu. Konsistensi penamaan gejala antara halaman konsultasi dan basis pengetahuan juga diperlukan agar pengguna tidak keliru menafsirkan pertanyaan.

Setelah perhitungan selesai, hasil perlu ditampilkan secara proporsional. Nilai persentase dapat membantu pengguna memahami tingkat keyakinan relatif menurut aturan sistem, namun tampilan tidak boleh menyebut hasil sebagai kepastian diagnosis. Informasi pendamping sebaiknya mendorong konsultasi dengan tenaga kesehatan, terutama bila terdapat keluhan yang berat atau berkelanjutan. Penegasan tersebut merupakan bagian dari tanggung jawab perancangan sistem informasi yang menyentuh topik kesehatan.

3.8 Interpretasi Nilai Certainty Factor

Certainty Factor pada sistem pakar digunakan untuk memodelkan tingkat keyakinan terhadap suatu hipotesis ketika bukti yang tersedia tidak sepenuhnya pasti. Dalam konteks penelitian ini, hipotesis merujuk pada kategori penyakit, sedangkan bukti merujuk pada gejala yang dipilih pengguna. Nilai MB dan MD digunakan untuk memisahkan ukuran dukungan terhadap hipotesis dan ukuran penolakan terhadap hipotesis. Selisih keduanya menghasilkan nilai CF dasar untuk pasangan hipotesis dan bukti.

Pada kasus dengan beberapa gejala, nilai CF dapat dikombinasikan secara berurutan. Jika dua nilai CF sama-sama positif, bentuk kombinasi yang umum digunakan adalah $CF_{gabungan} = CF_1 + CF_2 \times (1 - CF_1)$. Jika kedua nilai sama-sama negatif, kombinasi yang digunakan berbeda untuk menjaga interpretasi ketidakpercayaan. Jika tanda keduanya berbeda, rumus kombinasi juga menyesuaikan. Karena implementasi harus mengikuti rumus dan konvensi yang benar-benar dipakai pada program, pengembang perlu mendokumentasikan rumus yang digunakan, urutan kombinasi, dan cara konversi ke persentase agar hasil dapat direplikasi.

Perlu diperhatikan bahwa kualitas nilai CF bukan semata-mata ditentukan oleh persamaan matematika. Bobot pakar, pemilihan gejala, definisi setiap penyakit, dan cara sistem menangani gejala yang tumpang tindih turut menentukan hasil. Jika nilai pakar tidak terdokumentasi atau tidak melalui peninjauan ahli, hasil perhitungan tetap dapat terlihat presisi tetapi tidak memiliki dukungan klinis yang memadai. Oleh karena itu, validasi basis pengetahuan menjadi pekerjaan penting dalam pengembangan lebih lanjut.

Nilai tertinggi di antara sejumlah hipotesis juga tidak selalu berarti bahwa penyakit tersebut benar-benar diderita pengguna. Nilai itu hanya menunjukkan hipotesis yang paling didukung oleh bukti dan bobot dalam sistem. Perbedaan ini perlu diterangkan dalam naskah, antarmuka, dan dokumentasi pengguna agar interpretasi hasil tidak berlebihan. Dengan batasan tersebut, CF berguna sebagai mekanisme penalaran terstruktur, bukan sebagai pengganti proses pemeriksaan medis.

3.9 Analisis Hasil Pengujian Fungsional

Pengujian black box pada skripsi mencakup beberapa alur yang mewakili penggunaan utama aplikasi. Skenario login menguji respons sistem terhadap kredensial tidak valid dan valid. Skenario pengelolaan data menguji perpindahan ke halaman terkait serta tindakan pada data. Skenario skrining menguji akses halaman, validasi ketika masukan belum lengkap, perhitungan setelah masukan diberikan, dan penyimpanan hasil. Cakupan tersebut memberi gambaran awal bahwa fungsi yang langsung digunakan pengguna telah diperiksa.

Pengujian berbasis skenario perlu dilengkapi dengan catatan kondisi awal, data uji, hasil yang diharapkan, hasil aktual, dan status lulus atau gagal. Dokumentasi semacam itu memudahkan pengembang mengulang pengujian setelah terjadi perubahan program. Pada sistem yang memiliki fungsi pengelolaan data, pengujian tambahan dapat mencakup masukan kosong, data ganda, karakter yang tidak diperbolehkan, pembaruan data, penghapusan, dan pembatasan akses berdasarkan peran. Pada konsultasi, pengujian tambahan dapat mencakup kombinasi gejala yang berbeda, hasil dengan nilai CF nol, dan keadaan ketika tidak ada aturan yang cocok.

Hasil black box yang dilaporkan sebagai sukses menandakan bahwa keluaran pada skenario yang diuji sesuai dengan harapan. Namun, hasil tersebut tidak otomatis membuktikan sistem bebas dari kesalahan pada semua kondisi. Pengujian memiliki batas cakupan sesuai jumlah skenario dan data yang digunakan. Karena itu, pelaporan ilmiah yang baik perlu membedakan antara kesesuaian fungsi, penerimaan pengguna, dan validitas hasil skrining dibandingkan diagnosis klinis. Ketiganya menjawab pertanyaan evaluasi yang berbeda dan tidak sebaiknya disatukan sebagai satu ukuran keberhasilan.

3.10 Analisis Kompleksitas Siklomatis

Pengujian white box yang dijelaskan dalam skripsi menggunakan flowgraph pada bagian login admin. Kompleksitas siklomatis dihitung berdasarkan jumlah edge (E), jumlah node (N), dan jumlah node predikat. Rumus $V(G) = E - N + 2$ digunakan pada flowgraph terhubung tunggal. Dengan $E = 12$ dan $N = 10$, diperoleh $V(G) = 12 - 10 + 2 = 4$. Hasil ini menunjukkan adanya empat jalur independen yang perlu dipertimbangkan ketika menguji logika yang dianalisis.

Jalur independen menggambarkan lintasan logika yang menambahkan setidaknya satu edge baru dibandingkan jalur sebelumnya. Dalam proses login, lintasan yang relevan meliputi masukan tidak lengkap, identitas pengguna tidak ditemukan, kata sandi tidak sesuai, serta autentikasi berhasil dan diarahkan ke halaman sesuai peran. Pemeriksaan jalur tersebut membantu memastikan setiap percabangan utama memiliki pengujian. Meskipun demikian, nilai kompleksitas bukan ukuran langsung kualitas antarmuka atau ketepatan hasil CF; nilai tersebut merupakan ukuran struktural kompleksitas alur program pada bagian kode yang dianalisis.

Untuk memperkuat keterulangan pengujian, penelitian selanjutnya dapat menyertakan gambar flowchart dan flowgraph yang terbaca, penomoran node dan edge, serta tabel pemetaan jalur dengan data uji. Penjelasan ini

membantu pembaca memahami hubungan antara perhitungan kompleksitas dan skenario pengujian aktual. Pada artikel ringkas, angka kompleksitas yang dilaporkan tetap perlu dikaitkan dengan ruang lingkup kode yang diuji, bukan digeneralisasi untuk keseluruhan aplikasi.

3.11 Manfaat dan Batasan Penerapan

Aplikasi berpotensi memberi manfaat berupa kemudahan akses informasi awal, alur konsultasi yang dapat dijalankan melalui peramban, dan penyajian hasil dalam bentuk tingkat keyakinan. Fungsi administrasi juga memungkinkan pengetahuan yang digunakan sistem dikelola secara terpusat. Bagi masyarakat, sistem dapat menjadi pemicu untuk lebih memperhatikan gejala dan mencari informasi lebih lanjut. Bagi pengembang, aplikasi ini menjadi penerapan praktis metode sistem pakar dalam bentuk layanan web.

Manfaat tersebut tetap memiliki batasan. Pertama, cakupan penelitian terikat pada wilayah dan responden yang diteliti, sehingga hasilnya tidak langsung dapat digeneralisasi ke wilayah lain. Kedua, hasil bergantung pada kualitas data gejala, penyakit, aturan, dan bobot yang tersedia. Ketiga, kemiripan gejala pada berbagai penyakit dapat menghasilkan ketidakpastian yang tidak sepenuhnya terselesaikan hanya dengan menghitung bobot. Keempat, hasil pengujian fungsional hanya menunjukkan bahwa fungsi yang diuji berjalan, bukan bukti bahwa hasil sistem memiliki akurasi klinis tertentu.

Batasan lainnya adalah kebutuhan akan validasi pengetahuan yang berkelanjutan. Informasi medis dapat berubah dan daftar penyakit maupun gejala perlu ditinjau oleh tenaga kompeten. Sistem sebaiknya mencantumkan waktu pembaruan pengetahuan dan identitas pihak yang melakukan peninjauan. Selain itu, data yang dimasukkan pengguna perlu dilindungi dengan mekanisme keamanan yang layak, termasuk pembatasan akses dan pengelolaan penyimpanan. Artikel ini tidak mengklaim bahwa seluruh aspek tersebut telah diimplementasikan apabila tidak dinyatakan dalam skripsi.

3.12 Rekomendasi Pengembangan

Pengembangan berikutnya dapat memprioritaskan validasi basis pengetahuan melalui diskusi terstruktur dengan tenaga medis. Setiap gejala perlu memiliki definisi operasional yang jelas, sedangkan hubungan gejala dan penyakit perlu memiliki dasar yang dapat ditelusuri. Nilai MB dan MD sebaiknya dicatat beserta sumbernya, proses penetapannya, dan tanggal peninjauan. Langkah ini meningkatkan transparansi sekaligus memudahkan koreksi ketika ditemukan ketidaksesuaian.

Pengujian hasil skrining juga perlu dirancang secara terpisah dari pengujian fungsi aplikasi. Jika tersedia label pembandingan yang sah dari tenaga medis, peneliti dapat menyusun evaluasi dengan ukuran yang sesuai dengan tujuan dan jumlah sampel. Pelaporan harus menjelaskan cara pemilihan sampel, karakteristik data, kriteria pembandingan, serta batasan yang mungkin memengaruhi interpretasi. Tanpa data pembandingan yang memadai, penelitian sebaiknya membatasi klaim pada keberhasilan implementasi dan kesesuaian fungsi, bukan pada angka akurasi diagnosis.

Dari sisi penggunaan, antarmuka dapat dikembangkan dengan penjelasan istilah gejala, petunjuk pengisian, tampilan hasil yang mudah dibaca, dan rekomendasi tindak lanjut yang tidak menimbulkan rasa aman palsu. Pengujian kegunaan dapat melibatkan pengguna dari latar belakang berbeda untuk memastikan pertanyaan dipahami dengan cara yang seragam. Perbaikan tersebut akan membantu menjaga agar sistem mudah digunakan sekaligus menyampaikan batasan skrining secara bertanggung jawab.

2.6 Perancangan Data dan Pengelolaan Pengetahuan

Basis pengetahuan merupakan bagian inti dalam sistem pakar karena berisi fakta dan hubungan yang digunakan untuk menalar masukan pengguna. Dalam aplikasi skrining ini, data utama meliputi data penyakit, data gejala, dan data pengetahuan yang menghubungkan keduanya. Pengelolaan yang terpisah membuat admin dapat memperbarui informasi tanpa mengubah alur konsultasi secara keseluruhan. Namun, pembaruan perlu dilakukan dengan hati-hati karena perubahan satu relasi atau bobot dapat memengaruhi hasil yang dihasilkan sistem.

Pada saat memasukkan data penyakit, informasi sebaiknya konsisten dan tidak tumpang tindih. Setiap nama penyakit perlu memiliki penamaan baku, sedangkan uraian singkat dapat menjelaskan informasi umum yang relevan bagi pengguna. Data gejala perlu menggunakan kalimat sederhana, menghindari istilah teknis yang tidak diterangkan, dan tidak menggabungkan beberapa gejala berbeda dalam satu pertanyaan. Dengan cara ini, jawaban pengguna lebih mudah dipetakan pada bukti yang dimanfaatkan sistem.

Relasi pengetahuan menghubungkan setiap gejala dengan hipotesis penyakit yang didukunginya. Dalam proses penentuan bobot, peneliti perlu menyimpan sumber penilaian dan alasan pemberian nilai. Jika suatu gejala berhubungan dengan lebih dari satu penyakit, sistem harus mempertahankan relasi yang sesuai untuk setiap hipotesis, bukan menganggap gejala tersebut hanya dimiliki satu penyakit. Prinsip ini penting karena gejala pernapasan dapat memiliki kemiripan antarkondisi.

Pengelolaan data juga membutuhkan mekanisme pemeriksaan sebelum informasi disimpan. Contohnya adalah mencegah data penyakit tanpa nama, menolak nilai bobot di luar rentang yang ditetapkan, serta memeriksa apakah relasi gejala dan penyakit yang dipilih memang tersedia. Pencatatan perubahan data akan membantu penelusuran apabila keluaran skrining berubah setelah pembaruan basis pengetahuan. Rincian teknis ini dapat menjadi bagian pengembangan berikutnya dan tidak dianggap sebagai fitur yang sudah ada apabila belum dibuktikan dalam implementasi skripsi.

2.7 Prinsip Penyajian Hasil kepada Pengguna

Hasil skrining merupakan bagian yang paling mudah ditafsirkan secara berlebihan oleh pengguna. Karena itu, hasil perlu disajikan dengan kalimat yang menjelaskan bahwa nilai yang muncul berasal dari kecocokan gejala dan bobot pada basis pengetahuan. Sistem sebaiknya membedakan istilah ‘kemungkinan’ atau ‘hasil skrining’ dari istilah ‘diagnosis’. Pemilihan kata ini membantu menjaga pemahaman pengguna tentang fungsi aplikasi dan batasannya.

Selain menampilkan kategori dengan nilai keyakinan tertinggi, penjelasan hasil dapat memuat pengingat untuk berkonsultasi dengan tenaga medis. Pengingat tidak perlu menyimpulkan bahwa pengguna pasti menderita penyakit tertentu. Apabila sistem menampilkan beberapa kemungkinan, urutannya dapat dijelaskan berdasarkan nilai CF yang dihitung, sedangkan keputusan klinis tetap berada pada tenaga kesehatan. Penyajian yang transparan lebih baik daripada memberi kesan bahwa sistem memiliki kepastian mutlak.

Bahasa antarmuka juga perlu mempertimbangkan variasi tingkat literasi kesehatan. Pertanyaan mengenai gejala sebaiknya ringkas dan tidak ambigu. Istilah seperti sesak napas atau batuk berkepanjangan dapat disertai penjelasan sederhana jika diperlukan, tetapi tidak boleh memberikan interpretasi yang mengarahkan jawaban. Pengujian dengan pengguna dapat mengidentifikasi kata-kata yang membingungkan dan membantu menyempurnakan desain pertanyaan.

Pada aspek aksesibilitas, informasi hasil perlu memiliki kontras yang memadai, ukuran huruf yang dapat dibaca, dan struktur yang konsisten pada layar komputer maupun perangkat seluler. Pengguna seharusnya dapat kembali ke langkah sebelumnya untuk memperbaiki jawaban sebelum menyimpan hasil. Perbaikan antarmuka tersebut tidak mengubah rumus CF, tetapi dapat meningkatkan mutu data masukan dan pengalaman pengguna secara keseluruhan.

3.13 Implikasi Temuan bagi Pengembangan Sistem

Temuan bahwa asma menjadi kategori terbanyak pada data skrining menunjukkan bahwa kategori tersebut sering muncul dalam hasil aplikasi pada responden penelitian. Namun, interpretasi perlu dibatasi oleh desain pengumpulan data dan karakteristik responden yang tersedia dalam skripsi. Data ini tidak cukup untuk menyatakan bahwa asma merupakan penyakit yang paling banyak diderita oleh semua warga di wilayah tersebut, sebab hasil skrining berbasis gejala tidak identik dengan hasil diagnosis klinis. Oleh karena itu, artikel ini menggunakan istilah distribusi hasil skrining, bukan distribusi prevalensi penyakit.

Perbedaan jumlah antarkategori juga dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk gejala yang dipilih, definisi gejala pada formulir, bobot pengetahuan, dan aturan penggabungan nilai. Apabila bobot pada satu kategori lebih kuat untuk gejala umum yang sering dipilih, kategori itu dapat lebih sering memperoleh nilai tinggi. Karena itu, pembacaan distribusi perlu disertai pemeriksaan atas basis pengetahuan serta mekanisme perhitungan yang digunakan. Analisis lebih lanjut sebaiknya memeriksa apakah kategori dengan nilai tinggi memang sesuai dengan data pembanding yang valid.

Bagi pengembangan perangkat lunak, hasil ini menegaskan bahwa sistem informasi dan model penalaran perlu dievaluasi secara terpisah. Sistem informasi diuji dari sisi navigasi, validasi, penyimpanan, keamanan, dan kestabilan. Model penalaran dievaluasi dari sisi ketepatan aturan, kelayakan bobot, konsistensi rumus, dan kesesuaian keluaran dengan pembanding. Pemisahan evaluasi ini menghasilkan kesimpulan yang lebih akurat dan menghindari klaim berlebihan berdasarkan keberhasilan teknis semata.

Pada penelitian lanjutan, proses validasi dapat dilakukan bertahap. Tahap awal memastikan semua aturan dan rumus diterapkan sebagaimana dirancang. Tahap berikutnya meminta ahli meninjau kelayakan relasi gejala-penyakit dan bobot yang digunakan. Setelah itu, hasil sistem dapat dibandingkan dengan data pembanding yang diperoleh melalui prosedur etis dan disetujui pihak berwenang. Hasil validasi dilaporkan lengkap, termasuk kondisi ketika sistem tidak memberikan keluaran yang sesuai. Pendekatan tersebut akan membantu mengukur manfaat sistem dengan lebih terstruktur.

3.14 Pertimbangan Etika dan Privasi

Aplikasi yang menerima informasi terkait kesehatan perlu menerapkan prinsip pengumpulan data secukupnya. Informasi yang tidak diperlukan untuk skrining sebaiknya tidak diminta. Jika data konsultasi disimpan, pengguna perlu diberi tahu mengenai tujuan penyimpanan dan siapa yang dapat mengaksesnya. Data yang

berkaitan dengan identitas pengguna perlu dilindungi dari akses yang tidak berwenang, terutama bila aplikasi digunakan melalui jaringan publik.

Pengelola sistem sebaiknya membatasi akses administratif pada pihak yang bertanggung jawab terhadap pemeliharaan basis pengetahuan. Aktivitas perubahan data penting untuk dicatat agar dapat ditelusuri. Kata sandi pengguna harus disimpan dengan mekanisme perlindungan yang layak, dan halaman yang menampilkan riwayat tidak seharusnya dapat diakses oleh pengguna lain. Langkah-langkah tersebut merupakan rekomendasi pengembangan yang penting bagi aplikasi berbasis web yang memproses informasi sensitif.

Penjelasan tujuan aplikasi juga merupakan aspek etika. Sebelum memulai konsultasi, pengguna perlu memahami bahwa aplikasi hanya memberi skrining awal berdasarkan data yang dimasukkan dan tidak menggantikan dokter. Jika hasil menimbulkan kekhawatiran, pengguna didorong untuk mencari pemeriksaan profesional. Penyampaian batasan ini perlu ditampilkan secara jelas, bukan hanya ditempatkan dalam dokumen teknis yang jarang dibaca pengguna.

Dalam publikasi ilmiah, peneliti juga perlu menjelaskan sumber data, cara memperoleh persetujuan yang relevan, dan batasan penggunaan hasil responden. Artikel ini hanya merangkum informasi yang tersedia pada skripsi dan tidak menambahkan klaim tentang prosedur etik yang tidak tercantum. Penelitian berikutnya sebaiknya mendokumentasikan aspek tersebut secara eksplisit untuk meningkatkan transparansi dan perlindungan bagi partisipan.

3.15 Keterlacakan dan Reproduksiabilitas Perhitungan

Agar hasil perhitungan dapat ditinjau ulang, setiap proses konsultasi idealnya dapat ditelusuri dari gejala yang dipilih hingga nilai akhir yang ditampilkan. Dokumentasi dapat mencakup daftar gejala masukan, aturan yang aktif, nilai MB dan MD, nilai CF per gejala, urutan penggabungan, serta hasil akhir untuk masing-masing hipotesis. Catatan tersebut tidak harus seluruhnya ditampilkan kepada pengguna umum, tetapi perlu tersedia bagi penguji dan pengelola sistem untuk memeriksa konsistensi perhitungan.

Reproduksiabilitas menjadi penting ketika admin memperbarui bobot atau aturan. Jika nilai hasil berubah, pengembang perlu dapat membedakan apakah perubahan tersebut disebabkan oleh masukan pengguna yang berbeda, perubahan basis pengetahuan, atau perubahan kode. Versi aturan dan catatan perubahan dapat membantu membandingkan hasil sebelum dan sesudah pembaruan. Praktik ini juga berguna untuk menemukan aturan yang terlalu dominan atau gejala yang menghasilkan keluaran tidak sesuai dengan ekspektasi ahli.

Salah satu bentuk pengujian tambahan adalah menyediakan contoh kasus uji yang telah dihitung secara manual. Untuk setiap kasus, peneliti dapat mencantumkan gejala yang dipilih, bobot yang digunakan, langkah kombinasi CF, dan hasil yang diharapkan. Keluaran aplikasi kemudian dibandingkan dengan hasil manual tersebut. Jika hasil berbeda, perbedaan perlu dianalisis pada tahap pengambilan data, penerapan rumus, pembulatan, atau penyajian nilai. Dengan demikian, pengujian tidak hanya memastikan tombol dan halaman berjalan, tetapi juga memeriksa ketepatan implementasi rumus yang menjadi inti metode.

Pelaporan yang transparan juga perlu membedakan nilai sebelum dan sesudah pembulatan. Pembulatan yang dilakukan terlalu awal dapat menyebabkan perbedaan kecil pada hasil akhir, khususnya ketika beberapa nilai digabungkan. Untuk menghindari hal tersebut, perhitungan sebaiknya mempertahankan presisi internal yang cukup dan melakukan pembulatan pada tahap penyajian. Detail seperti ini membantu memastikan bahwa hasil yang tampil konsisten dengan metode yang dijelaskan dalam artikel.

Dalam penelitian yang berhubungan dengan kesehatan, keterlacakan tidak hanya berfungsi untuk kepentingan teknis, tetapi juga untuk menjelaskan batas penggunaan hasil. Ketika ada perubahan basis pengetahuan, peneliti dapat menjelaskan bahwa hasil pada versi tertentu dihitung dengan aturan yang berlaku pada saat itu. Hal ini membantu menghindari anggapan bahwa hasil sistem merupakan kebenaran yang tidak berubah dan memperkuat posisi aplikasi sebagai alat bantu informasi yang perlu dievaluasi secara berkala.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan aplikasi web untuk membantu skrining awal gejala penyakit paru-paru pada masyarakat RT 7 Jalan Ujan Nain, Pondok Aren, dengan menerapkan metode Certainty Factor. Aplikasi mendukung pengelolaan data penyakit, gejala, pengetahuan, proses konsultasi, penyajian hasil berbasis tingkat keyakinan, serta riwayat skrining. Berdasarkan skenario yang dilaporkan dalam skripsi, fungsi utama yang diuji melalui black box berjalan sesuai hasil yang diharapkan.

Hasil skrining yang dirangkum dalam skripsi menunjukkan kategori asma sebagai temuan terbanyak, yaitu 27 responden, diikuti kategori pneumonia sebanyak 14 responden. Hasil tersebut merupakan keluaran skrining pada responden penelitian dan tidak boleh ditafsirkan sebagai diagnosis klinis atau prevalensi populasi. Dengan demikian, aplikasi dapat digunakan sebagai media informasi awal, dengan anjuran agar pengguna mengonfirmasi kondisi kesehatannya kepada tenaga medis.

Pengembangan berikutnya disarankan untuk memvalidasi aturan dan bobot bersama tenaga medis, mendokumentasikan karakteristik responden secara lengkap, serta menguji hasil sistem terhadap diagnosis pembandingan agar evaluasi kinerja dapat disajikan secara kuantitatif. Penambahan edukasi kesehatan dan penyempurnaan pengalaman pengguna juga dapat meningkatkan manfaat aplikasi.

REFERENSI

- [1] S. M. Putri and M. B. S. Junianto, "Rancang Bangun Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Paru-paru Menggunakan Metode Certainty Factor," *Jurnal Informatika MULTI*, vol. 1, no. 6, 2023.
- [2] W. K. Azizah and D. Y. Niska, "Penerapan Metode Certainty Factor untuk Mengidentifikasi Penyakit Paru-Paru pada Manusia Berbasis Web," *Jurnal SAINTIKOM*, 2024.
- [3] D. P. S. Dewi, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Jantung dan Paru dengan Fuzzy Logic dan Certainty Factor," *Jurnal Ilmiah Merpati*, 2016.
- [4] A. Neptiani, Fauziah, and G. Soepriyono, "Diagnosa Penyakit Paru-Paru dengan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor Berbasis Web," *Techno.Com*, metadata tahun perlu diverifikasi.
- [5] H. R. Hidayat and W. Wiguna, "Aplikasi Diagnosa Penyakit Tuberkulosis Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Android," *Jurnal Responsif: Riset Sains dan Informatika*, metadata tahun perlu diverifikasi.
- [6] N. Abdurahman, I. Jamaludin, E. D. Sri Mulyani, and D. P. Purnama, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit ISPA Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web," *E-Jurnal JUSITI*, 2022.
- [7] P. D. Mandiri, D. Hartanti, and A. A. Sari, "Prototipe Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan (ISPA) Menggunakan Metode Certainty Factor," *SKANIKA: Sistem Komputer dan Teknik Informatika*, vol. 7, no. 2, 2024.
- [8] "The Early Detection of Respiratory System Diseases by Using the Certainty Factor Method," *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, 2022.
- [9] T. A. Chasshidi and M. R. Putra, "Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Penyakit Pneumonia Menggunakan Metode Certainty Factor dan Fuzzy Logic Tsukamoto Berbasis Web," *Jurnal KomtekInfo*, 2020.
- [10] E. H. Shortliffe, *Computer-Based Medical Consultations: MYCIN*. New York: Elsevier, 1976.
- [11] B. G. Buchanan and E. H. Shortliffe, Eds., *Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1984.
- [12] World Health Organization, "Chronic respiratory diseases," WHO. [Online]. Available: <https://www.who.int/health-topics/chronic-respiratory-diseases>. [Accessed: Oct. 12, 2026].
- [13] World Health Organization, "Chronic obstructive pulmonary disease (COPD)," WHO Fact Sheets, Jun. 10, 2026. [Online]. Available: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-%28copd%29>. [Accessed: Oct. 12, 2026].
- [14] I. Sommerville, *Software Engineering*, 10th ed. Boston, MA: Pearson, 2016.
- [15] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 9th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2020.