E-ISSN: 2964-6219, P-ISSN: 2964-6200
Volume 5 Number 1 February 2027.
pp: 132-141. DOI: https://doi.org/10.58477/cj.v5i1.596.

Computer Journal

RESEARCH ARTICLE Open Access

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut pada Balita Menggunakan Metode *Forward Chaining* dan Metode *Certainty Factor* Berbasis Web

Sherine Tania [1], **Ruth Meilina** [2], **Agung Prabowo** [3*]

[1,2,3*] Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Prima Indonesia, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia.

Correspondence email:
sherineingsun@gmail.com.

Article History
Received: 19 October 2026.
Revised: 23 October 2026.
Accepted: 14 October 2026.
Available Online: 5 December 2026
Published: 1 February 2027.

Funding Information
Universitas Prima Indonesia.

Abstract

High morbidity and mortality rates among toddlers in Indonesia are predominantly caused by clinical manifestations of Acute Respiratory Infection (ARI). This issue is frequently exacerbated by the limited availability of medical personnel and delays among parents in identifying early symptoms. This study aimed to design and develop a web-based expert system that serves as an alternative instrument to accelerate the early detection of ARI in toddlers. The software was developed using the PHP programming language, a MySQL database management system, and a local XAMPP server. The proposed approach integrates Forward Chaining reasoning as a forward-tracking architecture to systematically evaluate symptom sequences, alongside the Certainty Factor (CF) formulation to calculate the degree of expert belief and reduce diagnostic uncertainty. Research data were obtained from a non-governmental healthcare facility in Medan City. Through a combination of qualitative and quantitative approaches, the functionality of the system was tested to ensure alignment between rule-tracking logic and certainty value calculations combining expert weights and user confidence levels. Functional testing results demonstrated that the system accurately processes symptom rules and generates diagnostic confidence values according to the configured rule base. Broader case testing and accuracy evaluations through direct comparisons with diagnoses from medical professionals are recommended for future research.

Keywords: Expert System; Acute Respiratory Infection; Forward Chaining; Certainty Factor; Toddler.

Abstrak

Tingginya angka morbiditas dan mortalitas pada balita di Indonesia sebagian besar disebabkan oleh manifestasi klinis Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). Permasalahan ini kerap diperburuk oleh keterbatasan tenaga medis serta keterlambatan orang tua dalam mengidentifikasi gejala awal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pakar berbasis web yang berfungsi sebagai instrumen alternatif guna mempercepat deteksi dini penyakit ISPA pada balita. Pembangunan perangkat lunak ini memanfaatkan bahasa pemrograman PHP, sistem manajemen basis data MySQL, dan server lokal XAMPP. Pendekatan yang digunakan mengintegrasikan mekanisme penalaran Forward Chaining sebagai arsitektur pelacakan maju untuk mengevaluasi runtunan gejala secara sistematis, serta formulasi Certainty Factor (CF) guna mengalkulasi derajat keyakinan pakar dalam mereduksi faktor keraguan diagnosis. Sumber data penelitian ini diperoleh dari fasilitas layanan kesehatan nonpemerintah di Kota Medan. Melalui kombinasi pendekatan kualitatif dan kuantitatif, fungsionalitas sistem diuji untuk memastikan kesesuaian logika pelacakan aturan dengan kalkulasi nilai kepastian yang menggabungkan bobot pakar dan tingkat keyakinan pengguna. Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa sistem mampu memproses aturan gejala dan menghasilkan keluaran nilai keyakinan diagnosis yang sesuai dengan basis aturan yang telah dikonfigurasi. Pengujian kasus dengan cakupan yang lebih luas serta evaluasi akurasi melalui perbandingan langsung dengan diagnosis tenaga medis direkomendasikan untuk penelitian lanjutan.

Kata Kunci: Sistem Pakar; Infeksi Saluran Pernapasan Akut; Forward Chaining; Certainty Factor; Balita

© The Author(s) 2027. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/.

1. Pendahuluan

Anak usia dini atau balita membutuhkan dukungan kesehatan yang optimal agar dapat tumbuh dan berkembang secara baik di masa depan (Pabontong *et al.*, 2025). Fase usia balita yang berlangsung pada rentang 0 hingga 5 tahun dikenal sebagai masa keemasan (*golden age*), namun pemantauan tumbuh kembang pada periode ini masih menghadapi sejumlah hambatan (Surahmanto *et al.*, 2025). Kelompok usia ini sangat rentan terhadap serangan berbagai jenis penyakit karena sistem imunitas tubuh mereka masih berada dalam tahap perkembangan (Pramudya *et al.*, 2025). Salah satu gangguan kesehatan yang paling sering menyerang kelompok dengan kondisi imunitas lemah, khususnya balita dan lanjut usia, adalah Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) (Yusuf *et al.*, 2023). Berdasarkan laporan World Health Organization (WHO), ISPA masih menjadi permasalahan kesehatan utama pada kelompok anak-anak di negara-negara berkembang (Afdhal *et al.*, 2023) serta menjadi salah satu penyebab tingginya angka kesakitan dan kematian balita di Indonesia (Rosmanely *et al.*, 2023). Merujuk pada laporan Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023, angka prevalensi ISPA pada kelompok usia balita di Indonesia mencapai 4,8%, dengan tiga provinsi tertinggi meliputi Papua Tengah (11,8%), Papua Pegunungan (10,7%), dan Bali (6,64%). Selain itu, prevalensi ISPA tertinggi pada balita berdasarkan karakteristik demografis tercatat pada kelompok jenis kelamin perempuan sebesar 4,9% serta wilayah tempat tinggal di perkotaan sebesar 5,3% (Kemenkes, 2023). Secara klinis, ISPA diidentifikasi sebagai gangguan respirasi dengan tingkat penularan antarindividu yang tinggi (Andres & Purnomo, 2024) akibat infeksi berbagai mikroorganisme seperti bakteri, virus, dan jamur (Fitriasih *et al.*, 2024). Tingkat keparahan penyakit ini bervariasi tergantung pada kondisi kesehatan pasien dan kualitas lingkungan sekitarnya (Yusran *et al.*, 2024). Secara garis besar, faktor risiko pemicu ISPA pada balita terbagi menjadi faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik. Faktor intrinsik mencakup variabel biologis anak seperti usia, jenis kelamin, status gizi, dan riwayat penyakit, sedangkan faktor ekstrinsik meliputi kondisi lingkungan seperti sanitasi, paparan asap, kepadatan hunian, riwayat imunisasi, tingkat pendidikan ibu, dan ketersediaan air bersih (Gumanti *et al.*, 2021). Saat ini, prosedur diagnosis ISPA di lapangan umumnya masih dilakukan secara konvensional sehingga kerap terkendala oleh keterbatasan jumlah tenaga medis, waktu pelayanan, dan tingginya ambiguitas dalam menganalisis gejala (Haikal *et al.*, 2025). Untuk mengatasi kendala tersebut, pengembangan aplikasi sistem pakar berbasis web dapat dimanfaatkan sebagai instrumen bantu dalam mengidentifikasi gejala awal ISPA secara cepat (Bagir *et al.*, 2025).

Sistem pakar merupakan perangkat lunak yang mengadopsi basis pengetahuan dan penalaran pakar manusia untuk menyelesaikan permasalahan spesifik (Indhira *et al.*, 2024). Dalam pengembangan sistem pakar, mekanisme penalaran *Forward Chaining* bekerja sebagai mesin inferensi yang melacak runtunan fakta dari premis awal (*IF*) menuju kesimpulan akhir (Sari *et al.*, 2020). Namun, karena metode *Forward Chaining* hanya menelusuri jalur aturan secara logis tanpa mengukur keraguan gejala klinis, metode ini perlu diintegrasikan dengan formulasi *Certainty Factor* (CF) untuk mengalkulasi derajat kepercayaan penyakit agar hasil diagnosis lebih terukur (Abdurahman *et al.*, 2022). Konsep *Certainty Factor* pertama kali diperkenalkan oleh Shortliffe dan Buchanan pada tahun 1975 guna menangani ketidakpastian dalam proses penalaran (*inexact reasoning*) seorang pakar. Dalam praktik klinis, dokter kerap menilai kondisi pasien menggunakan ungkapan linguistik seperti "mungkin", "kemungkinan besar", atau "hampir pasti". Melalui pendekatan *Certainty Factor*, ungkapan-ungkapan tersebut dikuantifikasi secara matematis untuk merepresentasikan tingkat keyakinan pakar terhadap suatu diagnosis (Labina & Prastiningtyas, 2020). Di samping pemanfaatan algoritma inferensi yang tepat, peran orang tua juga sangat menentukan dalam mengenali gejala penyakit dan menjaga kecukupan gizi guna mendukung pertumbuhan balita (Setiawan, 2024). Penerapan sistem pakar pada platform berbasis web menawarkan kemudahan bagi pengguna untuk memperoleh informasi kesehatan secara cepat dan efisien (Novianda *et al.*, 2025), sekaligus meningkatkan aksesibilitas dan skalabilitas karena sistem dapat diakses melalui berbagai perangkat yang terhubung ke internet (Badrudin *et al.*, 2025). Meskipun kombinasi metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* telah banyak diterapkan dalam penelitian terdahulu, sebagian besar studi sebelumnya masih membahas diagnosis ISPA secara umum tanpa batasan usia yang spesifik. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada karakteristik klinis dan faktor risiko khusus pada kelompok usia balita (0–5 tahun) untuk menyediakan instrumen deteksi dini berbasis web yang akurat dan mudah diakses oleh orang tua.

2. Metode

2.1 Data dan Sumber

Data Penelitian ini mengombinasikan pendekatan kualitatif pada tahap akuisisi dan klasifikasi pengetahuan pakar dengan pendekatan kuantitatif untuk mengalkulasi bobot faktor risiko serta derajat kepastian diagnosis sistem. Dataset sekunder yang digunakan diperoleh dari salah satu fasilitas layanan kesehatan nonpemerintah di Kota Medan selama periode rekapitulasi rekam medis dari Januari 2024 hingga Desember 2025. Total dataset terdiri atas 1.500 rekam medis balita yang terbagi menjadi 962 kasus terdiagnosis ISPA (64,13%) dan 538 kasus non-ISPA atau sehat (35,87%). Untuk menjaga prinsip etika penelitian kesehatan dan kerahasiaan data pribadi pasien, seluruh rekam medis telah melewati prosedur anonimisasi data (*de-identification*) sebelum diolah ke dalam sistem. Identitas personal seperti nama balita, nama orang tua, alamat lengkap, dan nomor rekam medis dihapus serta diganti dengan kode unik anonim. Meskipun diagnosis medis penyakit akut umumnya berorientasi pada keluhan klinis, pengikutsertaan faktor risiko lingkungan dan determinan kesehatan balita (seperti status gizi, paparan asap, kelengkapan imunisasi, dan sanitasi rumah) dalam dataset ini didasarkan pada dua landasan medis dan epidemiologis, yaitu: 1) tujuan skrining dini dan deteksi komprehensif pada fasilitas kesehatan primer, mengingat faktor lingkungan dan status gizi terbukti secara klinis berpengaruh langsung terhadap daya tahan mukosa saluran pernapasan serta imunitas balita; dan 2) predisposisi infeksi, di mana balita dengan status gizi buruk dan paparan polusi asap di dalam rumah memiliki kerentanan jauh lebih tinggi terhadap kolonisasi patogen ISPA sehingga faktor risiko tersebut diintegrasikan sebagai penimbang ketidakpastian (*certainty factor*) dalam deteksi awal. Secara keseluruhan, setiap rekam medis mencakup 12 atribut yang terdiri atas 11 atribut prediktor (meliputi usia balita, jenis kelamin, status gizi, paparan asap, sanitasi rumah, riwayat penyakit, imunisasi, kepadatan rumah, pendidikan ibu, air bersih, dan ventilasi rumah) serta 1 atribut kelas target berupa status diagnosis ISPA sebagaimana dirinci pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Atribut Dataset Rekam Medis Balita

No	Nama Atribut/Fitur	Tipe Data	Kategori/Nilai Parameter	Kategori
1	Usia Balita	Numerik	0-59 Bulan	Prediktor
2	Jenis Kelamin	Kategorikal	L (laki-laki)/P (perempuan)	Prediktor
3	Statuts Gizi	Kategorikal	Buruk/Kurang/Baik	Faktor Utama
4	Paparan Asap	Kategorikal	Tinggi/Rendah/Tidak Ada	Faktor Utama
5	Sanitasi Rumah	Kategorikal	Buruk/Cukup/Baik	Faktor Utama
6	Riwayat Penyakit	Kategorikal	Ada/Tidak Ada	Faktor Utama
7	Imunisasi	Kategorikal	Tidak Lengkap/Lengkap	Faktor Utama
8	Kepadatan Rumah	Kategorikal	Tinggi/Sedang/Rendah	Faktor Pendukung
9	Pendidikan Ibu	Kategorikal	Rendah/Menengah/Tinggi	Faktor Pendukung
10	Air Bersih	Kategorikal	Tidak Layak/Layak	Faktor Pendukung
11	Ventilasi Rumah	Kategorikal	Buruk/Baik	Faktor Pendukung
12	Status Diagnosis ISPA	Biner/Target	1 (terindikasi ISPA)/0 (non-ISPA/sehat)	Target

2.2 Pengembangan Sistem, Algoritma Inferensi, dan Perhitungan Kepastian

Sistem pakar yang dikembangkan berbasis web dengan mengimplementasikan bahasa pemrograman PHP dan sistem manajemen basis data (*Database Management System*) MySQL. Aplikasi ini dirancang untuk mendukung deteksi dini penyakit ISPA pada balita secara responsif dan interaktif. Pada arsitektur sistem, mekanisme *Forward Chaining* diterapkan sebagai mesin inferensi (*inference engine*) yang bekerja secara *bottom-up*. Proses penalaran dimulai dengan mengumpulkan fakta-fakta spesifik berupa kondisi klinis dan faktor risiko yang dimasukkan oleh pengguna, kemudian mencocokkannya secara eksplisit dengan himpunan aturan (*rule*) berformat *IF–THEN* untuk menghasilkan kesimpulan diagnosis. Selanjutnya, formulasi *Certainty Factor* (CF) diterapkan untuk menghitung derajat kepastian hasil diagnosis melalui penetapan bobot pakar dan kalkulasi nilai keyakinan pengguna. Nilai *Measure of Belief* (MB) dan *Measure of Disbelief* (MD) ditetapkan berdasarkan konsultasi pakar medis serta dikombinasikan dengan pembobotan berbasis rasio kejadian pada dataset 1.500 rekam medis, yang meliputi: 1) *Measure of Belief* (MB), yang mengukur sejauh mana kehadiran suatu indikator memperkuat keyakinan pakar bahwa balita mengalami ISPA; 2) *Measure of Disbelief* (MD), yang mengukur derajat keraguan pakar terhadap kejadian ISPA saat indikator tersebut tidak muncul; serta 3) nilai CF_{he} pakar, yang dihitung dari selisih tingkat kepercayaan dan ketidakpercayaan pakar sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$CF_{he} = MB_{he} - MD_{he} \quad (1)$$

Setelah bobot pakar diperoleh, perhitungan dilanjutkan untuk menentukan kontribusi keyakinan dari masing-masing gejala atau faktor risiko yang dialami pasien (CF_i) dengan mengalikan bobot pakar (CF_{he}) dan bobot keyakinan yang dipilih pengguna pada antarmuka input ($CF_{\text{gejalaPasien}}$) sesuai Persamaan (2).

$$CF_1 = CF_{he} \times CF_{\text{gejalaPasien}} \quad (2)$$

Apabila ditemukan lebih dari satu indikator atau gejala yang terpenuhi pada pasien, nilai *Certainty Factor* dari masing-masing indikator digabungkan secara berurutan menggunakan aturan kombinasi *Certainty Factor* pada Persamaan (3) dan Persamaan (4).

$$CF_{\text{total}} = CF_1 + CF_2 \times (1 - CF_1) \quad (3)$$

$$CF_{\text{total}} = CF_{\text{total}} + CF_3 \times (1 - CF_{\text{total}}) \quad (4)$$

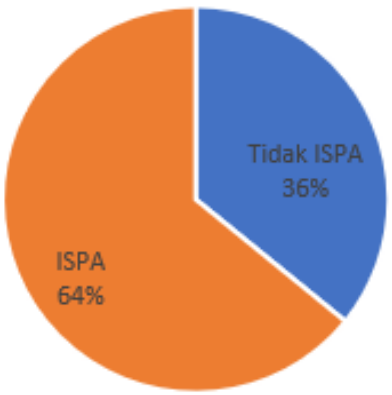
Nilai CF_{total}akhir kemudian dikonversi ke dalam bentuk persentase menggunakan Persamaan (5) untuk menyajikan derajat kepastian diagnosis penyakit ISPA kepada pengguna.

$$\text{Tingkat Keyakinan} = CF_{\text{total}} \times 100\% \quad (5)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Dataset

Berdasarkan hasil analisis terhadap 1.500 data rekam medis balita, distribusi status diagnosis penyakit ISPA disajikan pada Gambar 1. Hasil rekapitulasi menunjukkan bahwa mayoritas sampel balita terdiagnosis mengalami ISPA, yaitu sebanyak 962 kasus (64,13%), sedangkan 538 sampel lainnya (35,87%) berada dalam kondisi tidak terdiagnosis ISPA atau sehat. Tingginya proporsi kasus positif tersebut mengonfirmasi bahwa ISPA merupakan gangguan kesehatan yang dominan terjadi pada balita di lokasi penelitian, sekaligus memperkuat urgensi pengembangan sistem pakar sebagai instrumen skrining awal.



Gambar 1. Diagram Distribusi Penyakit ISPA

3.2 Perancangan Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan disusun berdasarkan ekstraksi faktor risiko dan kondisi klinis balita dari dataset penelitian. Struktur basis pengetahuan ini mencakup klasifikasi hasil diagnosis, atribut gejala beserta bobot pakar, skala *Certainty Factor* pengguna, dan himpunan aturan (*rule base*). Klasifikasi keluaran diagnosis pada sistem dibedakan menjadi dua kelas biner sebagaimana tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Hasil Diagnosis ISPA

No.	Nilai	Keterangan
1	0	Balita tidak terindikasi ISPA
2	1	Balita terindikasi ISPA

Selanjutnya, bobot pakar awal untuk setiap atribut gejala dan faktor risiko ditentukan berdasarkan pengukuran frekuensi kemunculan kasus positif ISPA pada setiap kondisi spesifik di dalam dataset. Daftar kesembilan atribut faktor risiko yang terdiri atas lima faktor utama (G01 hingga G05) dan empat faktor pendukung (G06 hingga G09) beserta nilai bobotnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Gejala dan Faktor Risiko ISPA

Kode	Gejala/Faktor Risiko ISPA	Kondisi	Bobot	Kategori
G01	Status Gizi	Buruk	0,93	Faktor Utama
G02	Paparan Asap	Tinggi	0,91	Faktor Utama
G03	Sanitasi Rumah	Buruk	0,87	Faktor Utama
G04	Riwayat Penyakit	Ada	0,76	Faktor Utama
G05	Imunisasi	Tidak Lengkap	0,78	Faktor Utama
G06	Kepadatan Rumah	Tinggi	0,76	Faktor Pendukung
G07	Pendidikan Ibu	Rendah	0,77	Faktor Pendukung
G08	Air Bersih	Tidak Layak	0,72	Faktor Pendukung
G09	Ventilasi Rumah	Buruk	0,73	Faktor Pendukung

Untuk mengakomodasi variasi kondisi di lapangan, tingkat keyakinan pengguna terhadap gejala atau faktor risiko yang dialami balita diukur menggunakan skala nilai *Certainty Factor* dengan rentang 0,2 hingga 1,0 sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4. Adapun himpunan basis aturan (*rule base*) pada mesin inferensi disusun menggunakan kombinasi lima faktor utama yang memiliki keterkaitan paling kuat terhadap indikasi ISPA seperti dirinci pada Tabel 5.

Tabel 4. Skala Nilai Certainty Factor Pengguna

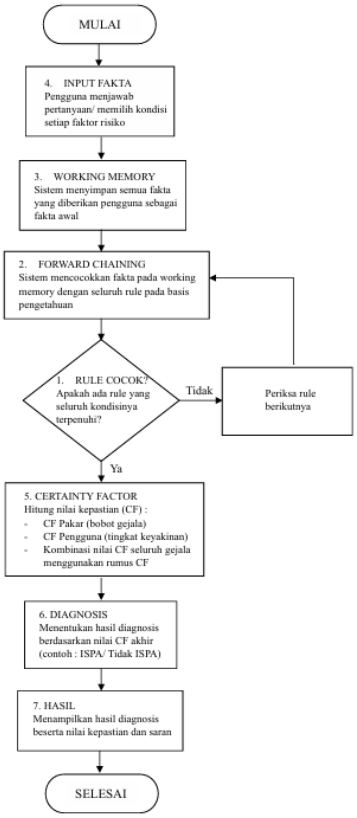
Tingkat Keyakinan	Nilai CF	Keterangan
Tidak Yakin	0.2	Pengguna yakin bahwa gejala tidak dialami oleh balita
Kurang Yakin	0.4	Pengguna menduga gejala mungkin ada, tetapi masih ragu
Cukup Yakin	0.6	Pengguna cukup yakin gejala dialami oleh balita, meskipun masih terdapat sedikit keraguan
Yakin	0.8	Pengguna hampir yakin bahwa gejala benar-benar dialami oleh balita
Sangat Yakin	1.0	Pengguna sangat yakin bahwa gejala dialami oleh balita tanpa keraguan

Tabel 5. Himpunan Basis Aturan (Rule Base)

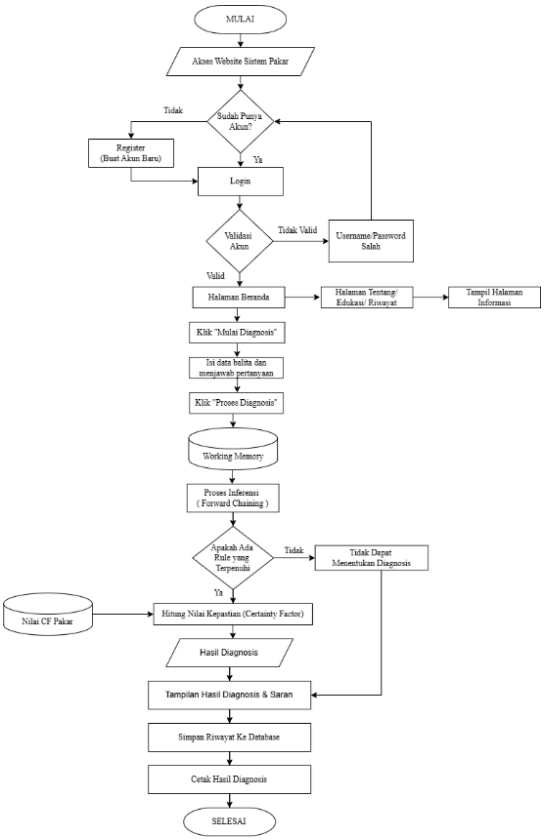
Rule	IF	THEN
R1	Status Gizi = Buruk AND Paparan Asap = Tinggi AND Sanitasi = Buruk AND Riwayat Penyakit = Ada AND Imunisasi = Tidak Lengkap	ISPA
R2	Status Gizi = Buruk AND Paparan Asap = Sedang AND Sanitasi = Buruk AND Riwayat Penyakit = Ada AND Imunisasi = Tidak Lengkap	ISPA
R3	Status Gizi = Kurang AND Paparan Asap = Tinggi AND Sanitasi = Buruk AND Riwayat Penyakit = Ada AND Imunisasi = Tidak Lengkap	ISPA
R4	Status Gizi = Buruk AND Paparan Asap = Tinggi AND Sanitasi = Cukup AND Riwayat Penyakit = Ada AND Imunisasi = Tidak Lengkap	ISPA
R5	Status Gizi = Buruk AND Paparan Asap = Tinggi AND Sanitasi = Buruk AND Riwayat Penyakit = Tidak Ada AND Imunisasi = Tidak Lengkap	ISPA
R6	Status Gizi = Kurang AND Paparan Asap = Sedang AND Sanitasi = Buruk AND Riwayat Penyakit = Ada AND Imunisasi = Tidak Lengkap	ISPA
R7	Status Gizi = Baik AND Paparan Asap = Rendah AND Sanitasi = Baik AND Riwayat Penyakit = Tidak Ada AND Imunisasi = Lengkap	Tidak ISPA
R8	Status Gizi = Baik AND Paparan Asap = Sedang AND Sanitasi = Baik AND Riwayat Penyakit = Tidak Ada AND Imunisasi = Lengkap	Tidak ISPA

3.3 Mekanisme Inferensi dan Implementasi Sistem

Alur penalaran pada sistem diawali dengan pengumpulan fakta awal mengenai kondisi balita ke dalam *working memory*. Mesin inferensi *Forward Chaining* kemudian menelusuri himpunan aturan pada basis pengetahuan hingga menemukan aturan (*rule*) yang terpenuhi. Selanjutnya, mekanisme perhitungan *Certainty Factor* mengombinasikan bobot pakar dan nilai keyakinan pengguna untuk menguantifikasi persentase kepastian diagnosis akhir sebagaimana diilustrasikan pada arsitektur inferensi di Gambar 2 serta alur kerja sistem berbasis web di Gambar 3.



Gambar 2. Mekanisme Inferensi



Gambar 3. Alur Kerja Sistem Pakar Berbasis Web

Untuk memperjelas tahapan perhitungan matematis metode *Certainty Factor* di dalam sistem, dilakukan simulasi perhitungan manual pada satu kasus pasien balita yang mengalami dua indikator faktor risiko utama, yaitu: 1) status gizi buruk (G01) dengan bobot pakar $CF_{he1} = 0{,}93$dan pilihan keyakinan pengguna "Yakin" ($CF_{\text{gejalaPasien1}} = 0{,}8$); serta 2) paparan asap tinggi (G02) dengan bobot pakar $CF_{he2} = 0{,}91$dan pilihan keyakinan pengguna "Sangat Yakin" ($CF_{\text{gejalaPasien2}} = 1{,}0$). Berdasarkan Persamaan (2), nilai kontribusi keyakinan untuk masing-masing indikator dihitung sebagai berikut:

$$CF_1 = CF_{he1} \times CF_{\text{gejalaPasien1}} = 0{,}93 \times 0{,}8 = 0{,}744$$
$$CF_2 = CF_{he2} \times CF_{\text{gejalaPasien2}} = 0{,}91 \times 1{,}0 = 0{,}910$$

Kedua nilai kontribusi tersebut kemudian digabungkan menggunakan aturan kombinasi *Certainty Factor* pada Persamaan (3):

$$CF_{\text{total}} = CF_1 + CF_2 \times (1 - CF_1)$$
$$CF_{\text{total}} = 0{,}744 + 0{,}910 \times (1, -0744)$$
$$CF_{\text{total}} = 0{,}744 + 0{,}910 \times 0{,}256 = 0{,}744 + 0{,}23296 = 0{,}97696$$

Pada tahap akhir, nilai CF_{total}dikonversi ke dalam bentuk persentase tingkat keyakinan sesuai Persamaan (5):

Tingkat Keyakinan $= CF_{\text{total}} \times 100\% = 0{,}97696 \times 100\% = 97{,}7\%$

Hasil kalkulasi sebesar 97,7% tersebut selanjutnya ditampilkan pada antarmuka sistem sebagai informasi tingkat kepastian skrining awal bagi pengguna. Implementasi antarmuka aplikasi web SIAGA ISPA dirancang agar mudah dioperasikan oleh orang tua maupun petugas kesehatan. Akses ke dalam sistem diawali melalui Halaman Login (Gambar 4) dengan memasukkan nama pengguna (*username*) dan kata sandi (*password*), sedangkan pengguna yang belum memiliki akun dapat melakukan registrasi terlebih dahulu pada Halaman Pendaftaran (Gambar 5).



Gambar 4. Halaman Login SIAGA ISPA

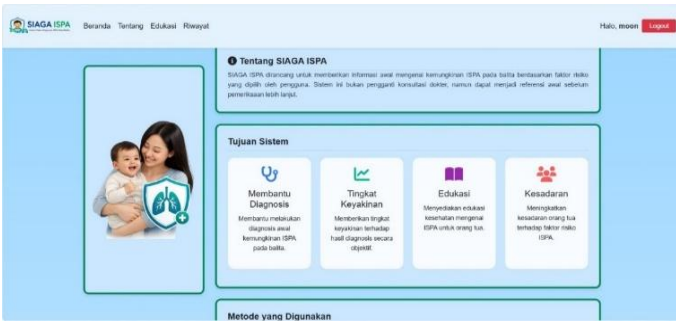


Gambar 5. Halaman Pendaftaran SIAGA ISPA

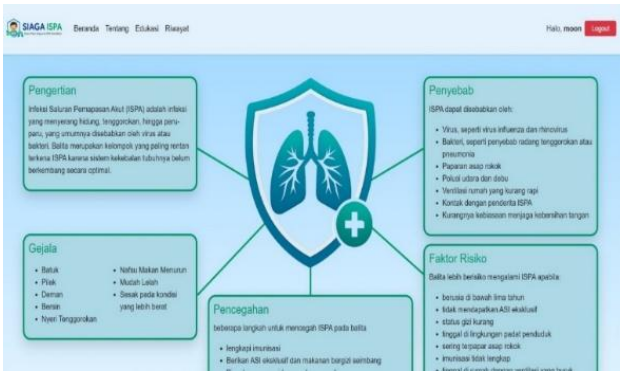
Setelah proses autentikasi berhasil, pengguna diarahkan menuju Halaman Beranda (Gambar 6) yang berfungsi sebagai pusat navigasi utama dengan bilah menu (*navbar*) menuju fitur Beranda, Tentang, Edukasi, Riwayat, dan Logout. Informasi mengenai profil dan tujuan pengembangan aplikasi disajikan pada Halaman Tentang (Gambar 7), sementara materi mengenai pengenalan gejala, faktor risiko, serta pencegahan ISPA pada balita dapat diakses melalui Halaman Edukasi (Gambar 8).



Gambar 6. Halaman Beranda SIAGA ISPA



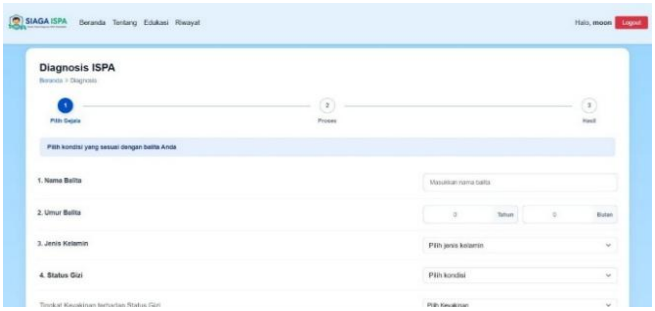
Gambar 7. Halaman Tentang SIAGA ISPA



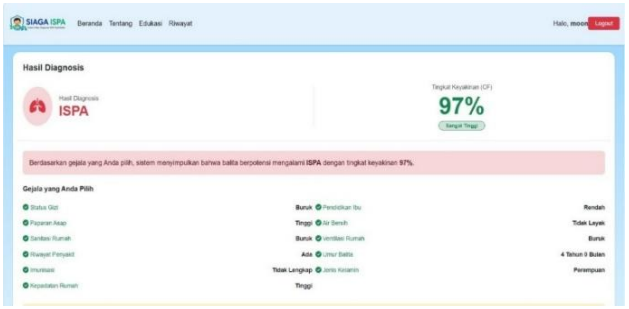
Gambar 8. Halaman Edukasi SIAGA ISPA

Proses skrining dilakukan melalui Halaman Diagnosis (Gambar 9), yang berfungsi sebagai formulir masukan bagi pengguna untuk mengisi identitas balita (nama, usia, dan jenis kelamin), memilih kondisi gejala atau faktor risiko yang dialami, serta menentukan tingkat keyakinan terhadap setiap kondisi tersebut. Setelah data diproses oleh mesin inferensi, sistem menampilkan Halaman Hasil Diagnosis (Gambar 10) yang memuat kesimpulan indikasi ISPA beserta persentase tingkat kepastian hasil perhitungan metode *Certainty Factor*.

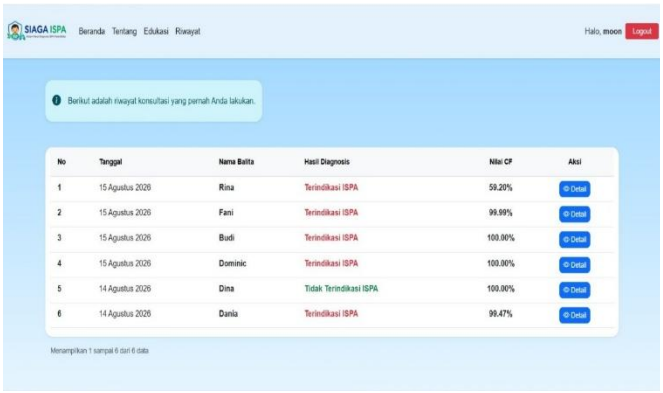
Seluruh rekapitulasi pemeriksaan yang pernah dilakukan oleh pengguna disimpan secara terstruktur di dalam Halaman Riwayat (Gambar 11) dan dapat dicetak menjadi dokumen laporan fisik melalui fitur pratinjau cetak (*print preview*) pada Halaman Cetak Hasil Diagnosis (Gambar 12).



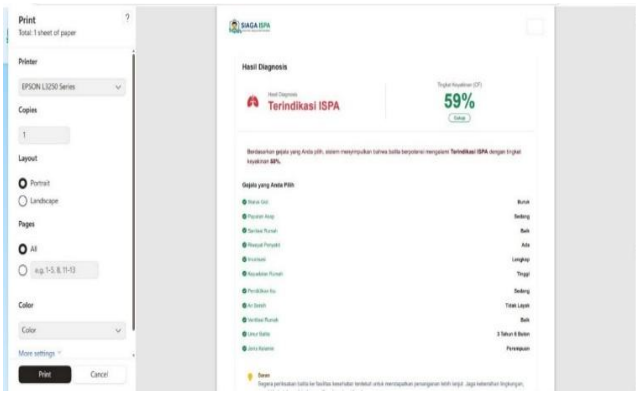
Gambar 9. Halaman Diagnosis SIAGA ISPA



Gambar 10. Halaman Hasil Diagnosis SIAGA ISPA



Gambar 11. Halaman Riwayat SIAGA ISPA



Gambar 12. Halaman Cetak Hasil Diagnosis SIAGA ISPA

3.4 Pembahasan

Integrasi algoritma *Forward Chaining* dan metode *Certainty Factor* (CF) pada aplikasi SIAGA ISPA mampu menyediakan informasi skrining awal gangguan pernapasan akut pada balita secara sistematis. Dalam arsitektur ini, *Forward Chaining* bekerja sebagai mesin inferensi berbasis penalaran maju (*data-driven*) yang mencocokkan fakta-fakta kondisi awal balita di dalam *working memory* dengan himpunan aturan (*rule base*). Di sisi lain, penerapan formulasi *Certainty Factor* berperan dalam mereduksi ketidakpastian (*uncertainty*) pada data subjektif yang dimasukkan oleh orang tua balita. Melalui penggabungan bobot keyakinan pakar dan tingkat keyakinan pengguna, sistem dapat menghasilkan estimasi derajat kepastian diagnosis dalam bentuk persentase numerik yang terukur. Keunggulan utama dari penerapan sistem pakar berbasis web ini terletak pada kemudahan aksesibilitas serta ketersediaan fitur pendukung yang terintegrasi dalam satu platform. Kehadiran modul edukasi kesehatan dan penyimpanan riwayat pemeriksaan menjadikan aplikasi SIAGA ISPA tidak hanya berfungsi sebagai instrumen perhitungan skrining awal, tetapi juga sebagai sarana informasi pendukung bagi orang tua maupun tenaga kesehatan dalam memantau risiko ISPA pada balita.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan aplikasi sistem pakar berbasis web SIAGA ISPA untuk mendukung deteksi dini Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) pada balita melalui integrasi metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* (CF). Berdasarkan basis pengetahuan yang diekstraksi dari 1.500 data rekam medis balita dengan sembilan indikator faktor risiko utama dan pendukung, mekanisme *Forward Chaining* mampu menelusuri pemenuhan aturan gejala secara sistematis, sementara formulasi *Certainty Factor* menghasilkan nilai persentase kepastian diagnosis yang terukur dari kombinasi bobot pakar dan tingkat keyakinan pengguna. Selain menyediakan layanan skrining awal beserta rekapitulasi riwayat pemeriksaan yang dapat dicetak, aplikasi ini juga dilengkapi dengan modul edukasi kesehatan untuk

meningkatkan pemahaman orang tua mengenai pengenalan gejala, faktor risiko lingkungan, dan langkah pencegahan ISPA pada balita. Meskipun fungsionalitas sistem telah berjalan sesuai basis aturan yang dikonfigurasi, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena sistem belum melalui pengujian validasi klinis secara formal bersama tenaga medis profesional. Oleh sebab itu, keluaran sistem harus diposisikan secara objektif sebagai instrumen bantu skrining awal mandiri dan bukan sebagai pengganti diagnosis medis dari dokter. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan adanya penambahan variasi serta keseimbangan distribusi dataset, disertai evaluasi kinerja diagnostik melalui pengukuran nilai sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi terhadap diagnosis dokter. Di samping itu, perbandingan dengan algoritma inferensi lain serta penguatan aspek keamanan data dapat diterapkan guna meningkatkan keandalan sistem pakar di fasilitas layanan kesehatan.

Referensi

Abdurahman, N., Jamaludin, I., Mulyani, E. D. S., & Purnama, D. P. (2022). Sistem pakar diagnosa penyakit ISPA dengan menggunakan metode Certainty Factor berbasis web. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, *11*(2), 112–123.

Afdhal, F., Fauziah, N. A., & Sagita, V. (2023). Hubungan status gizi dan faktor lingkungan terhadap kejadian (ISPA) pada balita. *Jurnal 'Aisyiyah Medika*, *8*(2), 266–273.

Andres, & Purnomo, A. S. (2024). Rancang bangun sistem pakar diagnosa ISPA pada Apotek Adifarma metode Certainty Factor. *Jurnal Teknik Informatika*, *4*(2).

Badrudin, M., Maulindar, J., & Nurohman. (2025). Sistem pakar diagnosis stunting balita dengan metode Certainty Factor dan Forward Chaining. *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, *14*(1), 199–208. https://doi.org/10.30591/smartcomp.v14i1.7232

Bagir, M., Farkhatin, N., & Frastian, N. (2025). Sistem pakar diagnosa penyakit infeksi saluran pernapasan atas pada Klinik Dharma Medica menggunakan metode Forward Chaining. *Jurnal Riset dan Aplikasi Mahasiswa Informatika (JRAMI)*, *6*(2), 327–336.

Fitriasih, D., Ichwansyah, F., & Amin, F. A. (2024). Faktor yang berhubungan dengan kejadian infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) pada balita di wilayah kerja Puskesmas Batoh Kota Banda Aceh. *Jurnal Promotif Preventif*, *7*(6), 1297–1303.

Gumanti, Nurmaini, & Gerry, S. (2021). Hubungan karakteristik balita dan kebiasaan merokok anggota keluarga di rumah dengan kejadian ISPA. *Poltekita: Jurnal Ilmu Kesehatan*, *15*(2), 158–163.

Haikal, B. F., Hasibuan, M. S., & Rifki, M. I. (2025). Perbandingan algoritma Naïve Bayes dan Dempster Shafer untuk diagnosis penyakit ISPA. *Journal of Computer Science and Informatics Engineering*, *4*(3), 147–157.

Indhira, S., Yuhandri, & Hendrik, B. (2024). Penerapan metode Naïve Bayes dalam mengklasifikasi penyakit ISPA di Puskesmas. *Jurnal KomtekInfo*, *11*(4), 197–204. https://doi.org/10.35134/komtekinfo.v11i4.541

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023*. Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan.

Labina, M. F. S., & Prastiningtyas, D. A. (2020). Sistem pakar pemilihan menu makanan bergizi untuk anak balita menggunakan metode Certainty Factor berbasis web. *J-Intech*, *8*(2), 89–91. https://doi.org/10.32664/j-intech.v8i02.551

Novianda, Akram, R., & Fitria, D. (2025). Penerapan Fuzzy Logic dan Case-Based Reasoning pada sistem pakar diagnosis penyakit gizi balita di Puskesmas Manyak Payed. *Jurnal Ilmiah ILKOMINFO - Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, *8*(1), 99–112. https://doi.org/10.47324/ilkominfo.v8i1.298

Pabontong, A. S., Juliana, A., Pakpahan, F. S., Ompusunggu, F., & Silalahi, E. (2025). Gambaran faktor kejadian infeksi saluran pernapasan akut pada balita. *Jurnal Keperawatan*, *13*(1), 94–101.

Pramudya, A. W., Helilintar, R., & Farida, I. N. (2025). Sistem pakar diagnosa penyakit balita berbasis web dengan metode Certainty Factor. *Jurnal Nusantara of Engineering*, *8*(2), 370–379.

Rosmanely, S., Rahmadani, S., Arista, E., Rombedatu, A. T., & Putri, A. A. (2023). Peningkatan pengetahuan mengenai infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) dan bahaya merokok pada masyarakat di Desa Parenreng. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Sains dan Teknologi*, *2*(1), 58–68. https://doi.org/10.55123/abdikan.v2i1.1691

Sari, M., Defit, S., & Nurcahyo, G. W. (2020). Sistem pakar deteksi penyakit pada anak menggunakan metode Forward Chaining. *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, *2*(4), 130–135. https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v2i4.34

Setiawan, I. (2024). Sistem pakar diagnosis balita: Forward Chaining dan Fuzzy Matching untuk validasi gejala. *Competitive*, *19*(2), 80–87.

Surahmanto, M., Putra, F. R. B., Setyawan, M. R., & Ilham, A. (2025). Rancang bangun aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit pada balita menggunakan metode Dempster Shafer dengan penelusuran Forward Chaining berbasis Android. *Jurnal Mahajana Informasi*, *10*(1), 37–51.

Yusran, S., Bahar, H., Ekayanti, D., Pahruddin, H. A. S., & Salfina. (2024). Penyuluhan ISPA (infeksi saluran pernapasan akut) pada masyarakat Desa Watunggarandu Kecamatan Lalonggasumeeto Kabupaten Konawe tahun 2024. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *5*(1).

Yusuf, A., S, R. P. S., & Cahyadi, I. (2023). Hubungan perilaku kebiasaan merokok di dalam rumah terhadap kejadian infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) pada balita di Puskesmas Pamengkang Kabupaten Cirebon. *MANUJU: Malahayati Nursing Journal*, *5*(12), 4457–4471.