

SISTEM PAKAR DETEKSI DINI STUNTING, WASTING, PENYAKIT INFEKSI, DAN CACAT FISIK PADA BALITA MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING

Haifan Tri Buwono Joyo Pangestu¹, Alfa Yuliana Dewi², Aslam Fatkhudin³,
Nur Chabibah⁴, Fitriyani⁵

^{1,2,3}Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan

^{4,5}Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan

Received: 4 Maret 2025
Accepted: 27 Maret 2025
Published: 14 April 2025

Keywords:

Expert System; Forward Chaining; Stunting; Wasting; Childhood Illness.

Correspondent Email:

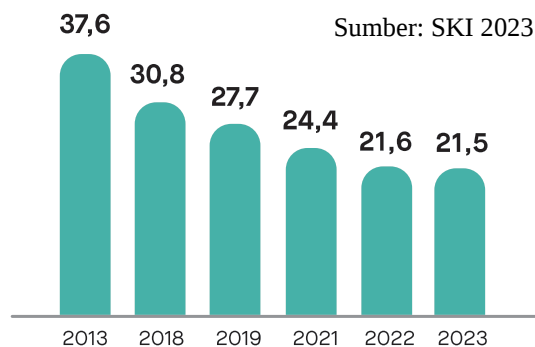
alfayuliana@gmail.com

Abstrak. Masalah stunting, wasting, penyakit infeksi, dan cacat fisik pada balita tetap menjadi tantangan besar di Indonesia. Deteksi dini terhadap kondisi ini sangat penting untuk mencegah dampak jangka panjang pada pertumbuhan dan perkembangan anak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pakar dengan menggunakan metode Forward Chaining untuk memungkinkan deteksi dini masalah kesehatan pada balita. Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development yang meliputi tahap analisis kebutuhan, studi literatur, desain sistem, implementasi, validasi, dan pengujian. Basis pengetahuan sistem dikembangkan berdasarkan literatur, dokumen, dan para ahli medis. Sistem ini menggunakan metode Forward Chaining dengan aturan IF-THEN untuk menghasilkan diagnosis berdasarkan gejala yang dimasukkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pakar ini dapat memberikan diagnosis secara akurat berdasarkan data *dummy* yang diuji. Validasi oleh dokter spesialis anak menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi, sementara pengujian teknis oleh ahli IT menilai bahwa sistem ini berfungsi secara optimal dengan antarmuka yang ramah pengguna. Sistem ini diharapkan dapat membantu tenaga kesehatan dalam melakukan deteksi dini masalah kesehatan balita secara cepat dan akurat.

Abstract. The issues of stunting, wasting, infectious diseases, and physical disabilities in toddlers remain major challenges in Indonesia. Early detection of these conditions is critical to preventing long-term impacts on children's growth and development. This study aims to design and develop an expert system using the Forward Chaining method to enable early detection of health problems in toddlers. This research employs a Research and Development approach, encompassing stages such as needs analysis, literature study, system design, implementation, validation, and testing. The system's knowledge base was developed based on literature, documents, and medical experts. The system utilizes Forward Chaining with IF-THEN rules to generate diagnoses based on the symptoms inputted. The results show that the expert system accurately provides diagnoses based on tested dummy data. Validation by pediatricians demonstrated a high level of accuracy, while technical testing by IT experts evaluated the system as optimally performing with a user-friendly interface. This system is expected to assist healthcare workers in conducting early detection of toddler health problems quickly and accurately.

1. PENDAHULUAN

Stunting, *wasting*, penyakit infeksi, dan cacat fisik merupakan beberapa masalah kesehatan paling mendesak yang memengaruhi anak-anak di negara berkembang, termasuk Indonesia. *Stunting* merupakan kondisi malnutrisi kronis yang dapat mempengaruhi gangguan perkembangan fisik dan kognitif anak, ditandai dengan tinggi badan yang tidak sesuai dengan usianya [1]. Berdasarkan hasil Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 oleh Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan, prevalensi *stunting* menunjukkan penurunan dari 21,6% menjadi 21,5% [2]. Namun, angka tersebut masih belum mencapai target RPJMN 2020-2024 sebesar 14% pada tahun 2024 dan standar WHO di bawah 20%.



Gambar 1. Tren Stunting Pada Balita Indonesia

Wilayah seperti Papua Tengah, Nusa Tenggara Timur, dan Papua Pegunungan melaporkan prevalensi *stunting* tertinggi, melebihi 37%, sementara lima provinsi dengan jumlah kasus *stunting* tertinggi adalah Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Sumatera Utara, dan Banten [3]. Data ini menunjukkan bahwa penanganan dan deteksi dini terhadap masalah gizi dan kesehatan pada balita sangat diperlukan untuk menurunkan angka tersebut.

Penyebab utama *stunting* adalah kurangnya asupan nutrisi esensial yang mendukung pertumbuhan, seperti protein, zat besi, seng, dan vitamin A. Faktor lainnya meliputi infeksi berulang, sanitasi yang buruk, kurangnya akses air bersih, dan kurangnya edukasi tentang nutrisi bagi ibu hamil dan menyusui [4]–[6]. *Stunting* tidak hanya mencerminkan malnutrisi kronis tetapi juga menjadi indikator masalah gizi yang lebih luas yang memengaruhi anak-anak. Malnutrisi, terutama dalam bentuk malnutrisi akut atau *wasting*, juga menjadi salah

satu penyebab utama tingginya angka kematian pada anak di bawah usia lima tahun. *Wasting* dapat diidentifikasi melalui indikator seperti berat badan yang rendah dibandingkan tinggi badan, atau lingkaran lengan yang kecil [4], [7]. Kondisi ini juga sering berkaitan dengan sistem imun yang lemah, menyebabkan anak menjadi lebih rentan terhadap penyakit infeksi [8]. Penyakit infeksi seperti pneumonia, diare, dan dengue sering memperburuk *wasting* dan *stunting*, menciptakan siklus yang sulit diputus [9]. Selain itu, cacat fisik yang tidak terdeteksi, seperti *hydrocephalus*, bibir sumbing atau lainnya, dapat semakin menghambat perkembangan anak dan berdampak pada kualitas hidupnya di masa yang akan datang [10].

Upaya pemerintah Indonesia dalam menangani masalah ini menghadapi beberapa tantangan yang signifikan, seperti pengumpulan data yang tidak akurat dan tidak terintegrasi. Sistem pendataan secara manual masih banyak digunakan di fasilitas kesehatan, yang menyebabkan informasi penting seperti data pertumbuhan anak dan riwayat medis rentan terhadap kesalahan atau kehilangan. Tidak adanya sistem skrining yang terstandarisasi dan proses diagnostik yang tidak efisien semakin menghambat upaya intervensi *stunting*. Evaluasi program menjadi sulit tanpa data yang akurat, yang mengarah pada alokasi sumber daya yang tidak optimal. Dengan kemajuan teknologi, tenaga kesehatan seharusnya memiliki akses ke alat yang lebih mudah dan efisien [11]–[13].

Teknologi menawarkan solusi strategis untuk mengatasi tantangan ini. Sistem Informasi Tata Laksana Stunting Beserta Penyakit Penyerta (SiTaSiBesar) dirancang sebagai solusi berbasis sistem pakar untuk membantu tenaga kesehatan dalam mendeteksi dan mengelola *stunting*, *wasting*, penyakit infeksi, dan cacat fisik pada balita. Sistem pakar ini menggunakan metode Forward Chaining untuk menganalisis data gejala dan memberikan rekomendasi diagnosis yang cepat dan akurat. Dengan mengintegrasikan data secara *real-time*, SiTaSiBesar diharapkan menjadi alat yang efektif untuk mendukung tenaga kesehatan dalam membuat keputusan yang lebih tepat dan efisien.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan SiTaSiBesar sebagai

platform terintegrasi yang mampu menyediakan data kesehatan anak yang akurat dan responsif. Sistem ini diharapkan dapat mendukung target kesehatan nasional dan memberikan kontribusi signifikan dalam menurunkan angka stunting di Indonesia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. SISTEM PAKAR

Sistem pakar adalah salah satu penerapan awal *artificial intelligence* (AI) dalam bidang kesehatan dan tetap menjadi elemen penting dalam membantu dokter dan tenaga kesehatan menganalisis data pasien secara efisien, terutama di daerah yang kekurangan tenaga ahli medis. Sistem ini dirancang untuk meniru kemampuan pengambilan keputusan seorang ahli dalam bidang tertentu [14], [15]. Untuk memastikan kemudahan akses, sistem pakar harus dilengkapi dengan antarmuka yang ramah pengguna, memungkinkan pengguna tanpa keahlian teknis untuk memanfaatkan kemampuannya. Sistem pakar yang efektif menyediakan akses cepat, akurat, dan mudah digunakan ke informasi penting, kapan saja dan di mana saja [16].

Komponen utama dari sistem pakar meliputi *knowledge acquisition*, *knowledge base*, dan *inference engine* [17], [18]. *Knowledge base* menyimpan pengetahuan ahli dalam bentuk aturan, logika, atau model yang mendefinisikan bagaimana sistem seharusnya membuat keputusan berdasarkan data yang dimasukkan. Sementara itu, *inference engine* menerapkan penalaran logis pada data, menggunakan aturan yang tersimpan untuk menghasilkan kesimpulan atau rekomendasi [19], [20].

2.2. FORWARD CHAINING

Salah satu *inference engine* yang umum digunakan dalam sistem pakar adalah Forward Chaining. Pendekatan ini bekerja secara bertahap dengan memulai dari data atau fakta yang diketahui untuk mencapai kesimpulan akhir. Proses ini menerapkan aturan yang disimpan dalam *knowledge base* [21]. Dalam sistem pakar, Forward Chaining sangat efektif untuk diagnosis, analisis data, atau sistem rekomendasi di mana kesimpulan diambil berdasarkan informasi awal.

Aturan dalam Forward Chaining biasanya ditulis dalam format pernyataan **IF-THEN**. Jika

kondisi (IF) dari sebuah aturan terpenuhi oleh fakta awal, maka tindakan atau konsekuensi (THEN) tersebut akan dijalankan. Dalam implementasi sistem pakar pada penelitian ini, metode Forward Chaining menggunakan pendekatan berbasis aturan dengan format **IF** gejala **THEN** diagnosis. Pendekatan yang terstruktur ini memastikan sistem dapat menganalisis gejala secara sistematis dan memberikan hasil diagnosis yang akurat.

3. METODE PENELITIAN

3.1. TAHAPAN PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) yang bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pakar berbasis web guna mendeteksi secara dini *stunting*, *wasting*, penyakit infeksi, dan cacat fisik pada balita. Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi:

1. Analisis kebutuhan, mengidentifikasi kebutuhan spesifik untuk pengembangan sistem pakar.
2. Studi literatur, meninjau studi-studi dan sumber daya yang relevan untuk mendukung pengembangan sistem.
3. Perancangan dan implementasi sistem, merancang arsitektur sistem dan mengimplementasikannya.
4. Validasi dan pengujian, memastikan sistem memenuhi standar yang telah ditetapkan dan berfungsi sesuai dengan tujuan.
5. Peningkatan sistem, menyempurnakan sistem berdasarkan hasil validasi dan umpan balik pengguna.

3.2. PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data dilakukan berdasarkan berbagai sumber yang valid dan relevan. Informasi terkait *stunting* dan *wasting* diperoleh dari Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2020, yang berfokus pada indeks seperti berat badan terhadap panjang/tinggi badan (BB/PB atau BB/TB) dan panjang/tinggi badan terhadap umur (PB/U atau TB/U) [22].

Untuk penyakit infeksi, buku panduan Manajemen Terpadu Balita Sakit (MTBS) tahun 2022 dari Kementerian Kesehatan dan WHO dijadikan acuan dalam klasifikasi kasus pediatrik [23]. Wawasan mengenai cacat fisik diperoleh dari studi kasus nyata yang

disediakan oleh Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan. Selain itu, wawancara dengan dokter spesialis anak dan pakar IT memberikan masukan mendalam untuk membentuk proses diagnostik serta memvalidasi sistem.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. KNOWLEDGE ACQUISITION

Informasi yang diperoleh dari studi literatur dan konsultasi dengan para ahli diproses dan digunakan untuk membentuk *knowledge base*. *Knowledge base* ini menjadi inti dari sistem pakar, berisi aturan dan fakta yang digunakan untuk melakukan penalaran serta menghasilkan diagnosis atau solusi berdasarkan data yang diberikan. Proses *knowledge acquisition* yang terorganisasi memastikan bahwa standar medis yang tervalidasi dan wawasan dari para ahli diintegrasikan dengan baik ke dalam sistem.

Tabel 1. Knowledge Base Klasifikasi Penyakit

Kode	Klasifikasi Penyakit
ST01	Sangat Pendek (Severely)
ST02	Pendek (Stunted)
ST03	Tinggi (Tall)
GZ01	Gizi Buruk Tanpa Komplikasi
GZ02	Gizi Kurang
GZ03	Gizi Lebih
GZ04	Beresiko Gizi Lebih
GZ05	Gizi Buruk dengan Komplikasi
GZ06	Obesitas
AN01	Anemia
AN02	Anemia Berat
SA01	Stabil
SA02	Penyakit Sangat Berat
SA03	Gagal Jantung
PN01	Batuk Bukan Pneumonia
PN02	Pneumonia
PN03	Pneumonia Berat
DI01	Diare Tanpa Dehidrasi
DI02	Diare Dehidrasi Ringan / Sedang
DI03	Diare Persisten
DI04	Disentri
DI05	Diare Dehidrasi Berat
DI06	Diare Persisten Berat
DC01	Demam Mungkin Bukan Malaria
DC02	Demam Bukan Malaria
DC03	Campak

Kode	Klasifikasi Penyakit
DC04	Malaria
DC05	Campak dengan Komplikasi pada Mata dan/atau Mulut
DC06	Penyakit Berat dengan Demam (Endemis Malaria)
DC07	Penyakit Berat dengan Demam (Non-Endemis Malaria)
DC08	Campak dengan Komplikasi Berat
DE01	Demam Mungkin Dengue
DE02	Dengue Tanpa Warning Signs
DE03	Dengue dengan Warning Signs
DE04	Dengue Berat (Severe Dengue)
TE01	Tidak Ada Infeksi Telinga
TE02	Infeksi Telinga Akut
TE03	Infeksi Telinga Kronis
TE04	Mastoiditis
HI01	Mungkin Bukan Infeksi HIV
HI02	Infeksi HIV Terkonfirmasi
HI03	Terpapar HIV
CF01	Hidrocephalus
CF02	Bibir Sumbing
CF03	Moon Face
CF04	Tonus Otot

Tabel 2. Knowledge Base Gejala

Kode	Gejala
G001	Z-Score (PB/U atau TB/U) < -3 SD
G002	Z-Score (BB/PB atau BB/TB) -3 SD sampai < -2 SD
G003	Z-Score (BB/PB atau BB/TB) > +3 SD
G004	Z-Score (BB/PB atau BB/TB) < -3 SD
G005	Z-Score (BB/PB atau BB/TB) -3 SD sampai < -2 SD
G006	Z-Score (BB/PB atau BB/TB) > +1 SD sampai +2 SD
G007	Z-Score (BB/PB atau BB/TB) > +2 SD sampai +3 SD
G008	Z-Score (BB/PB atau BB/TB) > +3 SD
G009	Edema di kedua punggung kaki
G010	Edema di kedua punggung kaki dan tungkai bawah dan/atau tangan lengan bawah
G011	Edema meluas di seluruh bagian tubuh (Anasarka)
G012	Terlalu lemah untuk menyusu

Kode	Gejala
G013	Berat badan turun atau tidak naik
G014	Ada tanda-tanda komplikasi medis (ANOREKSIA, Dehidrasi berat (muntah terus menerus, diare), Letargi atau penurunan kesadaran, Demam Tinggi, Pneumonia berat (sulit bernafas atau bernafas cepat), Anemia Berat)
G015	Hemoglobin (Hb) < 7 gram/dL
G016	Hemoglobin (Hb) $\geq$ 7 gram/dL
G017	Hemoglobin (Hb) < 10 gram/dL
G018	Sangat pucat
G019	Pucat
G020	Tidak bisa minum / menyusui
G021	Muntah
G022	Pernah kejang
G023	Penampilan kejang
G024	Tidak sadar
G025	Gelisah
G026	Pandangan kosong
G027	Tidak bersuara
G028	Tarikan Dinding Dada ke Dalam
G029	Bunyi stridor
G030	Nafas cuping hidung
G031	Menolak berbaring
G032	Pucat
G033	Tampak biru (sianosis)
G034	Kutis marmorata (marmer)
G035	Saturasi oksigen $\leq$ 92%
G036	Tarikan dinding dada
G037	Umur 60 – 364 Hari dan Frekuensi Nafas $\geq$ 50
G038	Umur 365 – 1825 Hari dan Frekuensi Nafas $\geq$ 40
G039	Batuk dan Sukar Nafas
G040	Lama diare < 14
G041	Letargi
G042	Rewel
G043	Mata cekung
G044	Tidak bisa minum
G045	Haus
G046	Cubit kulit kembali sangat lambat
G047	Cubit kulit kembali lambat
G048	Lama diare $\geq$ 14
G049	Darah dalam tinja
G050	Menderita campak tiga bulan terakhir
G051	Kaku kuduk
G052	Kornea keruh

Kode	Gejala
G053	Luka di Mulut Luas dan Dalam
G054	Luka di Mulut
G055	Nanah pada Mata
G056	Daerah malaria
G057	Jenis endemis malaria tinggi
G058	Jenis endemis malaria rendah
G059	Hasil tes mikroskopis positif
G060	Hasil tes mikroskopis negatif
G061	Penyebab lain demam (infeksi dengue, pneumonia, infeksi saluran kencing, infeksi telinga, luka)
G062	Hemoglobin (hb) naik
G063	Hemoglobin (hb) turun
G064	Hematokrit (ht) naik
G065	Hematokrit (ht) turun
G066	Leukosit < 4000/mcl
G067	Trombosit < 100.000/mcl
G068	Torniquet positif
G069	Torniquet negatif
G070	Demam
G071	Demam mendadak terus menerus
G072	Badan terasa dingin
G073	Lemas dan gelisah
G074	Mual
G075	Sakit dan nyeri badan
G076	Muncul ruam
G077	Muntah
G078	Nyeri perut
G079	Mimisan
G080	Muntah darah
G081	Terakhir buang air kecil enam jam lebih
G082	Kaki dan tangan pucat
G083	Pengisian kapiler > 2 detik
G084	Nadi lemah
G085	Nadi cepat
G086	Nyeri tekan perut kanan atas
G087	Bengkak atau klinis akumulasi cairan
G088	Pendarahan kulit (petekie) atau mimisan
G089	Ikterik
G090	Letargi atau gelisah
G091	Sesak napas atau napas cepat
G092	Pembesaran Hepar > 2cm
G093	Swelling behind the ear
G093	Pembengkakan di belakang telinga
G094	Cairan/nanah keluar dari telinga < 14 hari

Kode	Gejala
G095	Cairan/nanah keluar dari telinga $\geq$ 14 hari
G096	Nyeri telinga
G098	Tes HIV Ibu Positif
G099	Tes HIV Ibu Negatif
G100	Tes Virologi Anak Positif
G101	Tes Virologi Anak Negatif
G102	Tes Serologi Anak Positif
G103	Tes Serologi Anak Negatif
G104	Mendapat Asi saat test HIV atau 6 minggu sebelum dilakukan tes
G105	Lingkar kepala Persentil $> 97^{\text{th}}$
G106	Kelainan struktur wajah
G107	Bibir sumbing
G108	Langit-langit sumbing
G109	Mata miring ke atas dan cenderung berdiameter lebih kecil
G110	Lipatan kulit di sudut dalam mata
G111	Jarak antara mata lebih lebar
G112	Hidung pendek
G113	Mulut kecil
G114	Leher pendek
G115	Tonus otot rendah
G116	Tangan dan kaki lebih kecil, dengan jari-jari tangan pendek dan cenderung lebih lebar
G117	Kelemahan tonus otot
G118	Gangguan koordinasi gerak
G119	Gangguan perkembangan refleks primitif
G120	Gangguan perkembangan motorik kasar dan halus

4.2. KNOWLEDGE REPRESENTATION

Knowledge base yang telah disusun direpresentasikan dalam format yang dapat diproses oleh *inference engine* berbasis Forward Chaining, menggunakan aturan **IF-THEN**. Saat sistem menerima input berupa data atau informasi tertentu, aturan **IF-THEN** akan diterapkan untuk menentukan langkah-langkah yang harus dilakukan selanjutnya. Pada tahap ini, metode Forward Chaining memanfaatkan pengetahuan yang telah direpresentasikan melalui aturan tersebut untuk melakukan proses penalaran secara sistematis, sehingga sistem pakar dapat menghasilkan output yang relevan dengan kondisi dan data yang diterima.

Tabel 3. Aturan

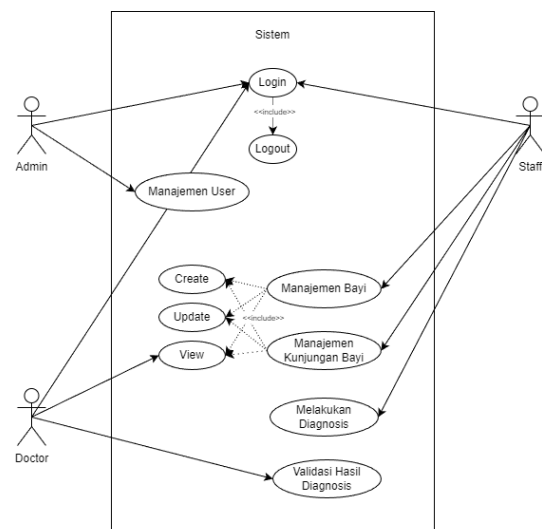
Kode	Aturan
R001	IF G001 THEN ST01
R002	IF G002 THEN ST02
R003	IF G003 THEN ST03
R004	IF (umur $\geq$ 6 bulan AND umur $<$ 60 bulan) AND (G004 OR G011 OR G014 OR lingkaran lengan atas $<$ 11.5 cm OR berat badan $<$ 4 kg) THEN GZ05
R005	IF (umur $<$ 6 bulan) AND (G004 OR G012 OR G013 OR G014) THEN GZ05
R006	IF G004 OR G009 OR G010 OR (11.5 cm $\leq$ lingkaran lengan atas $\leq$ 12.5 cm AND (umur $\geq$ 6 bulan AND umur $<$ 60 bulan)) THEN GZ01
R007	IF G005 OR (11.5 cm $\leq$ lingkaran lengan atas $\leq$ 12.5 cm AND (umur $\geq$ 6 bulan AND umur $<$ 60 bulan)) THEN GZ02
R008	IF G008 THEN GZ06
R009	IF G007 THEN GZ03
R010	IF G006 THEN GZ04
R011	IF G015 OR G018 THEN AN02
R012	IF (G016 AND G017) OR G019 THEN AN01
R013	IF (G020 OR G021 OR G022) AND (G023 OR G024 OR G025 OR G026 OR G027) AND (G028 OR G029 OR G030 OR G031) AND (G032 OR G033 OR G034) THEN SA02
R014	IF G020 OR G021 OR G022 OR G023 OR G024 OR G025 OR G026 OR G027 OR G028 OR G029 OR G030 OR G031 OR G032 OR G033 OR G034 THEN SA01
R015	IF G035 OR G036 THEN PN03
R016	IF G037 OR G038 THEN PN02
R017	IF G039 THEN PN01
R018	IF G040 AND ((G041 AND G043) OR (G041 AND G044) OR (G041 AND G046) OR (G043 AND G044))

Kode	Aturan
	OR (G043 AND G046) OR (G044 AND G046)) THEN DI05
R019	IF G048 AND ((G041 AND G043) OR (G041 AND G044) OR (G041 AND G046) OR (G043 AND G044) OR (G043 AND G046) OR (G044 AND G046) OR (G042 AND G045) OR (G045 AND G047)) THEN DI06
R020	IF G049 THEN DI04
R021	IF G040 AND ((G042 AND G045) OR (G042 AND G047) OR (G045 AND G047)) OR (G041 OR G043 OR G044 OR G046) THEN DI02
R022	IF G048 THEN DI03
R023	IF G040 THEN DI01
R024	IF G050 AND (G051 OR G052 OR G053) THEN DC08
R025	IF G050 AND (G054 OR G055) THEN DC05
R026	IF G050 THEN DC03
R027	IF (G056 AND (G057 OR G058)) AND G059 THEN DC04
R028	IF (G056 AND (G057 OR G058)) AND G051 THEN DC06
R029	IF (G056 AND (G057 OR G058)) AND (G060 OR G061) THEN DC01
R030	IF G051 THEN DC07
R031	IF suhu badan > 37.5°C THEN DC02
R032	IF G068 AND G066 AND ((G063 AND G065 AND G067) OR (G070 AND G071 AND G072 AND G073 AND G074 AND G075 AND G076 AND G082 AND G083 AND G084 AND G085 AND G086) OR (G082 AND G083 AND G084 AND G085 AND G086) OR G091 OR G080 OR (G081 AND G084 AND G089)) THEN DE04
R033	IF (G068 AND G066) OR (G065 AND G067) OR (G077 OR G086 OR G087 OR G090 OR G092) THEN DE03
R034	IF G068 OR G066 OR G067 OR G075 OR G076 OR G078 OR G088 THEN DE02

Kode	Aturan
R035	IF G069 OR G070 THEN DE01
R036	IF G093 THEN TE03
R037	IF G095 THEN TE02
R038	IF G094 OR G096 OR G097 THEN TE01
R039	IF (G098 AND G101 AND G104) OR G098 OR (umur < 18 bulan AND G102) THEN HI03
R040	IF G100 OR (umur > 18 bulan AND G102) THEN HI02
R041	IF G099 AND G101 AND G103 THEN HI01
R042	IF G105 THEN CF01
R043	IF G107 OR G108 THEN CF02
R044	IF ((G109 AND G110) OR (G109 AND G111) OR (G109 AND G112) OR (G109 AND G113) OR (G110 AND G111) OR (G110 AND G112) OR (G110 AND G113) OR (G111 AND G112) OR (G111 AND G113) AND (G114 OR G115 OR G116) THEN CF03
R045	IF G117 AND G118 AND G119 THEN CF04

4.3. DESAIN SISTEM

Diagram Unified Modeling Language (UML) digunakan untuk memodelkan struktur dan proses sistem. Diagram ini digunakan untuk memodelkan atau mengorganisasi perilaku sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna.



Gambar 2. Diagram Use Case

Diagram ini memetakan interaksi antara sistem dan penggunanya, seperti *administrator*, staf, dan dokter. *Administrator* bertugas mengelola data pengguna dan elemen sistem, staf menangani catatan kesehatan balita serta melakukan diagnosis awal, dan dokter memvalidasi serta menyempurnakan diagnosis tersebut.

4.4. IMPLEMENTASI

Sistem ini diimplementasikan menggunakan Laravel untuk pengembangan aplikasi berbasis web, dengan memanfaatkan arsitektur Model-View-Controller (MVC) guna integrasi fitur yang efisien [13]. Basis data dikelola menggunakan MySQL, dan antarmuka yang ramah pengguna dikembangkan untuk mempermudah akses bagi tenaga kesehatan [24].

1. Halaman Dashboard

Menampilkan data penting secara visual seperti jumlah bayi yang telah terdaftar, pencatatan kunjungan, dan analisis kesehatan.



Gambar 3. Tampilan Dashboard

2. Halaman Formulir Kunjungan Bayi

Menampilkan formulir yang digunakan untuk mencatat data kunjungan bayi. Formulir ini mencakup isian untuk informasi demografis, gejala, dan data antropometri bayi yang diperlukan untuk analisis lebih lanjut.

The form is titled 'Buat Kunjungan' (Create Visit) and includes sections for 'Identitas' (Identity), 'Status Bayi' (Baby Status), 'Pemeriksaan Fisik' (Physical Examination), 'Catatan Riwayat' (History Notes), and 'Hasil Diagnosis' (Diagnosis Results). The 'Pemeriksaan Fisik' section contains questions about the baby's condition, such as 'Apakah anak batuk atau sesak bernafas?' (Does the child cough or have difficulty breathing?). The 'Catatan Riwayat' section includes a field for 'Saturasi Oksigen' (Oxygen Saturation) and a 'Simpan & Lanjutkan' (Save & Continue) button.

Gambar 4. Tampilan Formulir Kunjungan Bayi

3. Halaman Hasil Diagnosis

Memperlihatkan hasil diagnosa yang dihasilkan sistem berdasarkan data yang dimasukkan. Tampilan ini mencakup informasi diagnosis lengkap, seperti deteksi masalah kesehatan bayi, perhitungan *z-score*, dan rekomendasi penanganan.

The 'Hasil Diagnosis' (Diagnosis Results) page shows a list of recommendations for a baby's health. The recommendations include: 'Beri dosis pertama antibiotik amoksisilin 50 mg/kgBB dan gentamisin 7.5 mg/kgBB secara IM/IV', 'Beri vitamin A dosis pertama', 'Cegah gula darah tidak turun', 'Neuroh! care menjaga anak tetap hangat selama perjalanan', 'Jika disertai syok, berikan cairan infus', 'Jika disertai diare, berikan cairan ReSoMal', and 'BUJUK SEDIKA'.

Gambar 5. Tampilan Hasil Diagnosis

4.5. VALIDASI DAN PENGUJIAN

Validasi dan pengujian sistem dilakukan melalui wawancara dengan dokter anak dan uji coba oleh pakar IT. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem pakar mampu memberikan hasil diagnosis yang akurat sesuai dengan kondisi medis yang sebenarnya. Tahap ini dilakukan menggunakan data *dummy* sebagai simulasi, sementara pengujian sistem mencakup aspek fungsionalitas, keandalan, dan performa, baik pada antarmuka pengguna maupun logika sistem. Selain itu, pengujian dengan Technology Acceptance Model (TAM) juga dilakukan untuk menguji penerimaan pengguna terhadap sistem.



Gambar 6. Validasi dan Pengujian Sistem

Hasil validasi dan pengujian menunjukkan bahwa sistem ini memiliki potensi signifikan untuk meningkatkan akurasi diagnosis stunting dan memberikan rekomendasi penanganan yang lebih komprehensif. Sistem ini juga menunjukkan tingkat akurasi yang baik,

meskipun beberapa aturan memerlukan penyesuaian agar sesuai dengan kondisi medis terkini. Antarmuka dianggap ramah pengguna, mudah dinavigasi oleh pengguna awam, dan menunjukkan kinerja yang optimal. Selain itu, sistem memfasilitasi diagnosis dan perhitungan *z-score*, menghilangkan kebutuhan tenaga kesehatan untuk secara manual merujuk pada tabel standar antropometri dari Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2020.

5. KESIMPULAN

- a. Sistem pakar yang dirancang berhasil mengimplementasikan metode Forward Chaining melalui aturan berbasis IF-THEN untuk mendiagnosis kondisi kesehatan balita. Sistem ini memanfaatkan *knowledge base* yang mencakup klasifikasi penyakit dan gejala yang relevan, sehingga mampu memberikan hasil diagnosis yang mendekati kondisi aktual.
- b. *Knowledge acquisition* yang dilakukan melalui studi literatur dan wawancara dengan ahli kesehatan berhasil membangun *knowledge base* yang komprehensif dan relevan dengan kebutuhan medis. Hal ini mencakup 11 kategori penyakit utama dan 120 gejala dengan 45 aturan diagnosis berbasis gejala.
- c. Hasil validasi dan pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang baik dalam memberikan diagnosis, dengan antarmuka pengguna yang dinilai mudah digunakan dan memiliki kinerja yang optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyelesaian penelitian dan pengembangan sistem pakar untuk deteksi dini *stunting*, *wasting*, penyakit infeksi, dan cacat fisik pada balita ini tidak akan terwujud tanpa dukungan dan kontribusi berharga dari berbagai pihak.

Kami menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada Dr. MM Deah Hapsari, Sp.AK(K), seorang dokter spesialis anak, atas keahliannya dalam mengevaluasi akurasi diagnostik sistem. Masukan beliau sangat berkontribusi pada keandalan sistem ini.

Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. H. Ahmad Zainul Fanani, S.Si., M.Kom., Bapak Ahmad Wahid Kurniawan, S.Si., M.Kom., dan Ibu Dewi Agustini Santoso, S.Kom., M.Kom., atas evaluasi menyeluruh mereka terhadap kegunaan dan fungsionalitas sistem ini. Kontribusi mereka sangat penting dalam memastikan efektivitas operasional sistem.

Penelitian ini adalah hasil dari upaya kolaboratif, dan kami sangat berterima kasih atas dukungan, dedikasi, dan keahlian semua pihak yang terlibat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Chabibah, R. Kristiyanti, and S. Ari Susiatmi, "STUNTING TODDLER RECOVERY FOOD MAKING TRAINING," *J. Batikmu*, vol. 3, no. 1, pp. 7–12, Jul. 2023, doi: 10.48144/batikmu.v3i1.1446.
- [2] Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan, *Buku Saku Hasil Survey Status Gizi Indonesia (SSGI) Tahun 2022*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2022.
- [3] Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan, "Factsheets: Stunting di Indonesia dan Determinannya," 2024. <https://repository.badankebijakan.kemkes.go.id/id/eprint/5535> (accessed Dec. 01, 2024).
- [4] World Health Organization, "Global nutrition targets 2025: stunting policy brief," 2014.
- [5] N. Chabibah, S. A. Susiatmi, Fitriyani, and N. Intan Kusuma, "Ibu Hamil Bugar Dengan Yoga Prenatal Dan Mindfulness," *J. Batikmu*, vol. 2, no. 2, pp. 127–132, 2022, doi: 10.48144/batikmu.v2i2.1359.
- [6] L. N. Ayuanda, R. Arifiana, and S. A. Susiatmi, "Pendkestal Bumil 'Pendidikan Kesehatan Mental Pada Ibu Hamil' Dalam Upaya Peningkatan Kebugaran Maternal," *J. Batikmu*, vol. 2, no. 2, pp. 133–137, 2022, doi: 10.48144/batikmu.v2i2.1385.
- [7] World Health Organization, "Malnutrition," 2024. <https://www.who.int/health-topics/malnutrition> (accessed Nov. 07, 2024).
- [8] F. Morales, S. Montserrat-de la Paz, M. J. Leon, and F. Rivero-Pino, "Effects of Malnutrition on the Immune System and Infection and the Role of Nutritional Strategies Regarding Improvements in Children's Health Status: A Literature Review," *Nutrients*, vol. 16, no. 1, pp. 1–16, 2024, doi: 10.3390/nu16010001.
- [9] N. Alaaraj, A. Soliman, and A. D. Rogol, "Growth of malnourished infants and children: how is inflammation involved?," *Expert Rev.*

- Endocrinol. Metab.*, vol. 16, no. 5, pp. 213–216, 2021, doi: 10.1080/17446651.2021.1956903.
- [10] World Health Organization, “Factsheets: Disability,” 2023. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health> (accessed Dec. 12, 2024).
- [11] A. Widiyanto, A. Y. Dewi, and A. Khambali, “Rancang Bangun Aplikasi Pemesanan Makanan dan Minuman Pada Caffé Bersinggah Batang Berbasis Android,” *J. Surya Inform.*, vol. 13, no. 1, pp. 82–89, 2023, doi: 10.48144/suryainformatika.v13i1.1442.
- [12] D. Sutrisno, A. Y. Dewi, and I. Rosyadi, “Rancang Bangun Aplikasi Instrumen Perkuliahan Pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer UMPP Berbasis WEB,” *J. Surya Inform.*, vol. 13, no. 1, pp. 52–60, 2023, doi: 10.48144/suryainformatika.v13i1.1440.
- [13] A. Kurniawan, A. Y. Dewi, and E. Subowo, “Sistem Informasi Persediaan Bbm Di Spbu Ketintang Kecamatan Bojong Berbasis Android,” *Surya Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 27–34, 2021.
- [14] M. Avanzo, J. Stancanello, G. Pirrone, A. Drigo, and A. Retico, “The Evolution of Artificial Intelligence in Medical Imaging: From Computer Science to Machine and Deep Learning,” *Cancers (Basel)*, vol. 16, no. 3702, pp. 1–23, 2024.
- [15] S. Puspitarani, W. Andini, R. D. Masitoh, V. H. Pranatawijaya, and R. Priskila, “IMPLEMENTASI SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA SAPI BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, pp. 1649–1658, Aug. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4368.
- [16] A. Fatkhudin, Risqiyanto, and Robihaini, “sistem pakar diagnosa penyakit pada anak berbasis web menggunakan metode depth-first search,” *J. Surya Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–16, 2020.
- [17] F. Inusah, Y. M. Missah, U. Najim, and F. Twum, “Integrating expert system in managing basic education: A survey in Ghana,” *Int. J. Inf. Manag. Data Insights*, vol. 3, no. 1, pp. 1–13, 2023, doi: 10.1016/j.jjime.2023.100166.
- [18] Mauliza, Mutammimul Ula, Ilham Saputra, Rosya Afdelina, and Muhammad Ikhsan, “Application of Expert System With Forward Chaining Method in Detecting Infectious Diseases in Children,” *Sci. Midwifery*, vol. 10, no. 4, pp. 2777–2785, 2022, doi: 10.35335/midwifery.v10i4.714.
- [19] R. Burnashev, A. Enikeev, A. Enikeeva, and I. Fakhrtidinova, “Designing a Medical Expert System Based on Fuzzy Logic,” in *Proceedings of the 15th IADIS International Conference Information Systems 2022, IS 2022*, 2022, pp. 39–46. doi: 10.33965/is2022_2022011005.
- [20] A. Y. Dewi, I. P. Setyaningrum, and W. Umaedi, “Fuzzy Inference System Pada Evaluasi Pembelajaran Daring Dengan Technology Acceptance Model (Tam) Pada Aplikasi Instrumen Pembelajaran Untuk Guru SMK Islam Salakbrojo,” *J. Surya Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 15–21, 2021, doi: 10.48144/suryainformatika.v11i1.1119.
- [21] M. Abdelshiheed, J. W. Hostetter, X. Yang, T. Barnes, and M. Chi, “Mixing Backward- with Forward-Chaining for Metacognitive Skill Acquisition and Transfer,” in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2022, pp. 546–552. doi: 10.1007/978-3-031-11644-5_47.
- [22] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2020 Tentang Standar Antropometri Anak*. 2020, pp. 1–78.
- [23] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *Buku Bagan Manajemen Terpadu Balita Sakit*. Jakarta, 2022.
- [24] D. E. Vernal, A. Y. Dewi, and A. Khambali, “Sistem Informasi PPDB di SMP Muhammadiyah Wonopringgo Berbasis Android,” *J. Surya Inform.*, vol. 13, no. 1, pp. 10–26, 2023, doi: 10.48144/suryainformatika.v13i1.1410.