



RANCANG BANGUN SISTEM PAKAR DIAGNOSIS STUNTING MENGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING BERBASIS WEBSITE

Fariz Taufiqul Hafidz¹, Widi Widayat²

¹ Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kec. Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah, Indonesia

² Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kec. Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah, Indonesia

 Email korespondensi: l200210192@student.ums.ac.id

Abstrak. Stunting masih menjadi masalah kesehatan global yang memiliki efek jangka panjang, khususnya pada tumbuh kembang anak. Keterlambatan penanganan sering menyebabkan kasus stunting baru terdeteksi saat kondisi anak sudah parah, sehingga intervensi lebih sulit dilakukan. Untuk menangani masalah ini, dibuatlah sebuah sistem pakar berbasis *website* yang bertujuan membantu proses diagnosis awal atau deteksi dini stunting pada anak. Sistem ini menggunakan perhitungan standar antropometri anak berdasarkan tiga indikator utama yaitu Berat Badan menurut Umur (BB/U), Tinggi Badan menurut Umur (TB/U), dan Berat Badan menurut Tinggi Badan (BB/TB). Metode *Forward Chaining* digunakan untuk memperoleh hasil diagnosis berdasarkan aturan yang telah dibuat. Pengembangan sistem dilakukan dengan pendekatan *Agile Software Development* untuk memungkinkan adaptasi terhadap perubahan kebutuhan yang mungkin terjadi selama tahap pengembangan. Sistem ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan memanfaatkan *framework* Laravel. Hasil pengujian membuktikan bahwa sistem beroperasi dengan baik dan memenuhi seluruh kebutuhan fungsional, sebagaimana terlihat pada pengujian *black-box*. Validasi oleh ahli pakar dilakukan untuk mengevaluasi akurasi hasil diagnosis dengan diperoleh skor akurasi yaitu 91,6% yang menunjukkan sistem pakar ini mampu mendiagnosis stunting dengan baik. Selain itu, kemudahan penggunaan sistem diukur menggunakan *System Usability Scale* (SUS) dengan diperoleh skor 82,41 yang termasuk dalam kategori tingkat kegunaan yang baik. Dengan



demikian, sistem ini layak digunakan, diharapkan berfungsi optimal, dan efektif mendukung deteksi dini stunting pada anak.

Kata kunci: agile; forward chaining; sistem pakar; stunting; website

PENDAHULUAN

Stunting adalah masalah kesehatan yang memiliki dampak negatif jangka panjang dan terjadi diberbagai negara, salah satunya di Indonesia. Stunting adalah kondisi gangguan pertumbuhan yang disebabkan oleh kekurangan gizi yang berkelanjutan selama masa tumbuh kembang anak [1]. Anak dengan kondisi ini biasanya memiliki postur tubuh yang lebih pendek dan kurus dibandingkan dengan anak seusianya [2]. Selain itu, anak stunting memiliki tingkat kecerdasan lebih rendah dibandingkan anak yang tumbuh normal, sehingga berdampak pada nilai akademik mereka [3].

Data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) menunjukkan bahwa prevalensi stunting di Indonesia mencapai sekitar 21,5% pada tahun 2023. Angka ini masih tergolong tinggi karena melebihi ambang batas 20% yang ditetapkan oleh World Health Organization (WHO). Oleh karena itu, upaya penanganan dan pencegahan stunting harus ditingkatkan untuk mencapai target prevalensi stunting nasional sebesar 14% pada akhir tahun 2024.

Salah satu upaya penting dalam menurunkan prevalensi stunting adalah melalui diagnosis awal atau deteksi dini gejala stunting. Keterlambatan dalam proses diagnosis maupun penanganan medis menyebabkan banyak kasus stunting baru teridentifikasi setelah kondisinya semakin parah, sehingga penanganannya menjadi lebih kompleks. Oleh karena itu, dibutuhkan peran sebuah teknologi yang mampu mendeteksi dini gejala stunting.

Dalam hal ini, teknologi yang mampu menjawab permasalahan diatas adalah sistem pakar. Sistem pakar dirancang untuk menangani masalah kompleks dengan meniru cara ahli pakar mengambil keputusan melalui proses penalaran berbasis pengetahuan [4]. Sistem pakar menjadi solusi yang menjanjikan karena sistem ini mampu mendiagnosis suatu penyakit dan menyimpulkan hasil diagnosis berdasarkan basis pengetahuan, layaknya seorang ahli pakar.

Para peneliti terdahulu telah melakukan sejumlah kajian mengenai penerapan sistem pakar dalam diagnosis dan deteksi dini stunting. Data kuantitatif berupa perhitungan antropometri anak, digunakan dalam penelitian oleh [5]. Tinggi Badan menurut Umur (TB/U) dan Indeks Massa Tubuh (IMT) adalah indeks antropometri yang



digunakan. Selanjutnya, untuk menetapkan hasil diagnosis, indeks tersebut diproses menggunakan metode *forward chaining*. Penelitian yang dilakukan oleh [6] juga menggunakan metode *forward chaining* untuk menarik kesimpulan diagnosis. Data kualitatif yang digunakan dalam penelitian tersebut terdiri dari *checklist* gejala klinis yang berkaitan dengan stunting. Data ini kemudian diproses berdasarkan aturan yang telah ditetapkan.

Pada penelitian ini, dirancanglah sebuah sistem pakar diagnosis stunting dengan menerapkan *System Development Life Cycle* (SDLC) menggunakan pendekatan *Agile Software Development* dalam proses pengembangannya, serta metode *forward chaining* digunakan sebagai teknik inferensi untuk memperoleh kesimpulan diagnosis. Sistem ini dirancang untuk membantu diagnosis awal atau deteksi dini gejala stunting pada anak berdasarkan perhitungan standar antropometri dengan indeks yang digunakan, yaitu Berat Badan menurut Umur (BB/U), Tinggi Badan menurut Umur (TB/U), dan Berat Badan menurut Tinggi Badan (BB/TB). Indeks tersebut kemudian diolah menggunakan metode *forward chaining* untuk menentukan diagnosis akhir. Indeks standar antropometri yang digunakan mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2020 tentang Standar Antropometri Anak [7].

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Agile Software Development* untuk pengembangan sistem yang memanfaatkan teknik inferensi berbasis pengetahuan. Metode ini dipilih karena memiliki karakteristik yang fleksibel dan adaptif terhadap perubahan selama proses pengembangan sistem [8]. Metode ini sangat sesuai untuk pengembangan sistem yang memerlukan iterasi dan pembaruan berkelanjutan, terutama dalam sistem pakar, dimana basis pengetahuan dan aturan diagnosis sering kali bersifat dinamis dan terus berubah seiring perkembangan ilmu pengetahuan. Metode ini menekankan pada alur iteratif, sehingga jika ada revisi pada satu tahapan, proses iterasi atau pengulangan dapat dilakukan tanpa harus menunggu seluruh proses selesai [9]. Gambar 1 menunjukkan alur iterasi dari metode *Agile*.





Gambar 1. Metode Agile Software Development (sumber: Sutherland et al., 2011)

Metode *forward chaining* digunakan sebagai teknik inferensi untuk pengambilan keputusan pada sistem pakar. Metode ini dipilih karena kemampuannya sebagai metode berbasis data (*data-driven*) yang menarik kesimpulan secara bertahap dari fakta yang ada, kemudian memprosesnya sesuai aturan yang ditetapkan untuk memperoleh hasil diagnosis, sehingga sangat cocok untuk sistem pakar yang memerlukan pengambilan keputusan berulang dan kompleks [11]. Alur kerja dari metode *forward chaining* pada sistem pakar ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur *Forward Chaining*

Sistem pakar ini melakukan diagnosis stunting berdasarkan hasil perhitungan yang mengacu pada standar antropometri anak. Antropometri merupakan acuan yang digunakan oleh tenaga kesehatan untuk menilai pertumbuhan dan perkembangan anak secara objektif [12]. Terdapat 3 indeks utama yang digunakan dalam sistem pakar ini, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indeks Standar Antropometri Anak

No	Indeks	Kategori	Ambang Batas
1.	Berat Badan menurut umur (BB/U) anak usia 0 – 60 bulan	Berat Badan Sangat Kurang	<-3 SD
		Berat Badan Kurang	- 3 SD sd <- 2 SD
		Berat Badan Normal	-2 SD sd +1 SD
		Resiko Berat Badan Lebih	> +1 SD
2.		Sangat Pendek	<-3 SD



No	Indeks	Kategori	Ambang Batas
	Tinggi Badan menurut umur (TB/U) anak usia 0 – 60 bulan	Pendek	- 3 SD sd <- 2 SD
		Normal	-2 SD sd +3 SD
		Tinggi	> +3 SD
3.	Berat Badan menurut Tinggi Badan (BB/TB) anak usia 0 - 60 bulan	Gizi Buruk	<-3 SD
		Gizi Kurang	- 3 SD sd <- 2 SD
		Gizi Baik	-2 SD sd +1 SD
		Berisiko Gizi Lebih	> + 1 SD sd + 2 SD
		Gizi Lebih	> + 2 SD sd + 3 SD
		Obesitas	> + 3 SD

Berikut ini merupakan rumus perhitungan nilai antropometri berdasarkan masing-masing indeks yang digunakan [12]:

Jika $x_{anak} < \text{median}$:

$$x = \frac{x_{anak} - x_{median}}{x_{median} - (\text{tabel} - 1SD)} \quad (1)$$

Jika $x_{anak} > \text{median}$:

$$x = \frac{x_{anak} - x_{median}}{(\text{tabel} + 1SD) - x_{median}} \quad (2)$$

Keterangan:

x = Indeks (BB/U, TB/U, BB/TB)

x_{anak} = Nilai indeks anak

x_{median} = Nilai tengah sebaran data (tabel standar antropometri anak)

tabel -1/+1SD = Nilai standar deviasi (tabel standar antropometri anak)

Perhitungan antropometri dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh nilai *z-score*. Nilai *z-score* tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai ambang batas untuk mengklasifikasikan kategori berat badan, tinggi badan, dan status gizi pada anak. Selanjutnya, kategori tersebut diproses melalui metode *forward chaining* dan disesuaikan dengan aturan diagnosis yang telah ditetapkan untuk memperoleh hasil diagnosis.

Planning

Planning adalah langkah pertama dalam proses pengembangan sistem. Pada tahap ini, analisis dilakukan untuk menentukan kebutuhan sistem dan ruang lingkup yang diperlukan agar sistem dapat beroperasi dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna [13].



Analisis Kebutuhan Fungsional

1. Autentikasi dan otorisasi: sistem dapat melakukan proses *register* atau *login* dengan peran sebagai orang tua, ahli pakar, atau admin. Sistem juga memastikan bahwa hanya pengguna terdaftar yang dapat mengakses sistem pakar ini, serta membatasi akses berdasarkan peran masing-masing.
2. Pengelolaan data pengguna: sistem memungkinkan admin untuk mengelola data pengguna yang terdaftar, termasuk menambah, mengedit, dan menghapus data pengguna sesuai kebutuhan.
3. Pengelolaan basis pengetahuan: sistem memungkinkan admin dan ahli pakar untuk mengelola basis pengetahuan, yang mencakup data gejala, kondisi, dan aturan diagnosis. Data ini menjadi dasar proses inferensi untuk pengambilan keputusan dalam sistem pakar.
4. Proses diagnosis: Sistem dapat melakukan proses diagnosis berdasarkan data yang diinput oleh orang tua. Proses ini dilakukan dengan menganalisis gejala yang muncul dan disesuaikan dengan aturan diagnosis yang telah ditetapkan. Hasil diagnosis dapat disimpan dalam riwayat diagnosis dan dapat dicetak sebagai laporan.
5. Grafik pertumbuhan anak: Sistem dapat menampilkan grafik pertumbuhan anak berdasarkan data hasil diagnosis yang telah dilakukan. Grafik ini berfungsi untuk memberikan gambaran secara visual kepada orang tua terkait pertumbuhan dan perkembangan anak mereka.

Analisis Kebutuhan Non-Fungsional

Analisis kebutuhan non-fungsional berfokus pada ruang lingkup pengembangan serta batasan-batasan pada sistem. Analisis ini juga mencakup kebutuhan perangkat keras dan lunak yang diperlukan, baik untuk proses pengembangan maupun operasional sistem. Sistem pakar ini dikembangkan dengan platform berbasis *website*, sehingga pengguna memerlukan *browser* dan koneksi internet untuk dapat mengakses dan menggunakan sistem secara optimal. Selain itu, perangkat seperti laptop atau *smartphone* juga dibutuhkan sebagai media untuk menjalankan sistem pakar ini.

Perancangan Sistem Pakar

Perancangan sistem pakar bertujuan membangun basis pengetahuan yang menjadi landasan proses inferensi keputusan. Basis pengetahuan ini mencakup informasi mengenai gejala, kondisi, serta aturan-aturan yang menjadi acuan dalam proses



diagnosis. Pada tahap ini, penulis melakukan proses wawancara bersama dokter dari Klinik Pratama Muhammadiyah Pasuruhan Kudus untuk memperoleh informasi mengenai prosedur diagnosis stunting.

1. Identifikasi Gejala Stunting

Berdasarkan hasil wawancara, diperoleh sejumlah informasi terkait gejala yang dapat digunakan sebagai indikator dalam proses diagnosis stunting. Gejala tersebut dijadikan acuan dalam perancangan sistem pakar dan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Gejala

Kode	Gejala	Kode	Gejala
G01	Berat Badan Sangat Kurang	G08	Tinggi Badan Tinggi
G02	Berat Badan Kurang	G09	Gizi Buruk
G03	Berat Badan Normal	G10	Gizi Kurang
G04	Risiko Berat Badan Lebih	G11	Gizi Baik
G05	Tinggi Badan Sangat Pendek	G12	Berisiko Gizi Lebih
G06	Tinggi Badan Pendek	G13	Gizi Lebih
G07	Tinggi Badan Normal	G14	Obesitas

2. Identifikasi Kondisi, Deskripsi, dan Rekomendasi

Hasil wawancara juga mengidentifikasi beberapa kemungkinan kondisi anak beserta deskripsi dan rekomendasi penanganannya. Dalam proses diagnosis stunting, ahli pakar juga mempertimbangkan kondisi malnutrisi lainnya. Terdapat kondisi tambahan seperti *wasting*, *underweight*, *overweight*, dan *obese* yang merujuk pada anjuran dokter karena diagnosis stunting memerlukan pertimbangan komprehensif terhadap berbagai bentuk malnutrisi. Rincian lengkap mengenai kondisi, deskripsi, serta rekomendasi penanganannya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daftar Kondisi, Deskripsi dan Rekomendasi

Kode	Kondisi	Deskripsi	Rekomendasi
K01	Stunting	Kondisi pertumbuhan anak terganggu yang ditandai dengan tinggi badan lebih rendah dari standar usianya. Ini akibat kekurangan gizi kronis, terutama pada	Segera konsultasi ke puskesmas atau klinik terdekat untuk pemeriksaan lanjutan oleh tenaga medis. Pastikan anak mendapatkan pemantauan tumbuh kembang berkala, termasuk pengukuran tinggi dan



Kode	Kondisi	Deskripsi	Rekomendasi
		1.000 hari pertama kehidupan.	berat badan. Fokus pada pemberian ASI eksklusif dan MPASI yang adekuat, serta asupan gizi seimbang bagi ibu hamil.
K02	Underweight	Kondisi berat badan anak berada di bawah standar untuk usianya, menunjukkan kekurangan asupan kalori dan/atau protein. Anak lebih rentan terhadap penyakit infeksi.	Tingkatkan asupan kalori dan protein dengan makanan padat gizi seperti telur, daging, ikan, dan produk susu. Berikan makanan lebih sering dengan porsi kecil. Atasi penyebab mendasar seperti masalah pencernaan atau infeksi. Konsultasi dengan dokter untuk suplemen gizi jika diperlukan.
K03	Wasting	Kondisi gizi kurang akut yang ditandai dengan berat badan yang sangat rendah untuk tinggi badannya. Ini menunjukkan penurunan berat badan yang cepat atau kegagalan menambah berat badan, seringkali akibat penyakit akut atau kekurangan gizi parah.	Wasting adalah kondisi darurat. Segera bawa anak ke rumah sakit untuk penanganan medis intensif. Terapi nutrisi terapeutik menggunakan RUTF atau formula khusus harus diberikan secara bertahap. Pastikan penanganan komplikasi seperti dehidrasi dan infeksi.
K04	Overweight	Kondisi berat badan anak melebihi standar untuk tinggi badannya, menandakan akumulasi lemak tubuh berlebih yang belum mencapai tingkat obesitas.	Modifikasi gaya hidup komprehensif sangat penting. Batasi asupan makanan tinggi gula, lemak jenuh, dan garam. Tingkatkan konsumsi buah, sayur, biji-bijian utuh, dan protein tanpa lemak. Dorong anak untuk beraktivitas fisik minimal 60 menit setiap hari dan batasi waktu layar.
K05	Obese	Kondisi akumulasi lemak tubuh yang berlebihan hingga dapat mengganggu kesehatan. Ini merupakan bentuk yang lebih parah dari overweight.	Penanganan obesitas memerlukan modifikasi gaya hidup yang intensif dan berkelanjutan, melibatkan seluruh keluarga. Fokus pada pengaturan pola makan sehat dengan porsi terkontrol dan peningkatan aktivitas fisik secara signifikan.



Kode	Kondisi	Deskripsi	Rekomendasi
K06	Normal	Kondisi pertumbuhan anak tergolong normal, menunjukkan pertumbuhan fisik dan perkembangan yang optimal untuk usianya.	Konsultasi dengan dokter atau ahli gizi untuk rencana penurunan berat badan yang aman dan bertahap. Penanganan komplikasi medis juga mungkin diperlukan. Kondisi pertumbuhan anak tergolong normal. Namun, tetap disarankan untuk melakukan pemantauan pertumbuhan secara rutin dan menjaga pola makan seimbang serta gaya hidup sehat guna mendukung pertumbuhan dan perkembangan optimal. Pastikan anak mendapatkan imunisasi lengkap.

3. Perumusan Aturan Diagnosis

Berdasarkan hasil identifikasi gejala dan kondisi, disusunlah seperangkat aturan diagnosis sebagai dasar proses inferensi dalam pengambilan keputusan berdasarkan fakta gejala yang ada. Aturan ini menghubungkan kombinasi gejala dengan kondisi tertentu, yang digunakan oleh sistem pakar untuk menentukan kemungkinan kondisi pada anak. Daftar lengkap aturan diagnosis yang digunakan pada sistem pakar ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Daftar Aturan Diagnosis

Kode	Aturan	Kode	Aturan
R01	Jika (G01) dan (G05) dan (G09) Maka (K01)	R41	Jika (G03) dan (G06) dan (G11) Maka (K01)
R02	Jika (G01) dan (G05) dan (G10) Maka (K01)	R42	Jika (G03) dan (G06) dan (G12) Maka (K01)
R03	Jika (G01) dan (G05) dan (G11) Maka (K01)	R43	Jika (G03) dan (G06) dan (G13) Maka (K01)
R04	Jika (G01) dan (G05) dan (G12) Maka (K01)	R44	Jika (G03) dan (G06) dan (G14) Maka (K01)
R05	Jika (G01) dan (G05) dan (G13) Maka (K01)	R45	Jika (G03) dan (G07) dan (G09) Maka (K03)
R06	Jika (G01) dan (G05) dan (G14) Maka (K01)	R46	Jika (G03) dan (G07) dan (G10) Maka (K03)



Kode	Aturan	Kode	Aturan
R07	Jika (G01) dan (G06) dan (G09) Maka (K01)	R47	Jika (G03) dan (G07) dan (G11) Maka (K06)
R08	Jika (G01) dan (G06) dan (G10) Maka (K01)	R48	Jika (G03) dan (G07) dan (G12) Maka (K06)
R09	Jika (G01) dan (G06) dan (G11) Maka (K01)	R49	Jika (G03) dan (G07) dan (G13) Maka (K04)
R10	Jika (G01) dan (G06) dan (G12) Maka (K01)	R50	Jika (G03) dan (G07) dan (G14) Maka (K05)
R11	Jika (G01) dan (G06) dan (G13) Maka (K01)	R51	Jika (G03) dan (G08) dan (G09) Maka (K03)
R12	Jika (G01) dan (G06) dan (G14) Maka (K01)	R52	Jika (G03) dan (G08) dan (G10) Maka (K03)
R13	Jika (G01) dan (G07) dan (G09) Maka (K02)	R53	Jika (G03) dan (G08) dan (G11) Maka (K06)
R14	Jika (G01) dan (G07) dan (G10) Maka (K02)	R54	Jika (G03) dan (G08) dan (G12) Maka (K06)
R15	Jika (G01) dan (G08) dan (G09) Maka (K02)	R55	Jika (G03) dan (G08) dan (G13) Maka (K04)
R16	Jika (G01) dan (G08) dan (G10) Maka (K02)	R56	Jika (G03) dan (G08) dan (G14) Maka (K05)
R17	Jika (G02) dan (G05) dan (G09) Maka (K01)	R57	Jika (G04) dan (G05) dan (G09) Maka (K01)
R18	Jika (G02) dan (G05) dan (G10) Maka (K01)	R58	Jika (G04) dan (G05) dan (G10) Maka (K01)
R19	Jika (G02) dan (G05) dan (G11) Maka (K01)	R59	Jika (G04) dan (G05) dan (G11) Maka (K01)
R20	Jika (G02) dan (G05) dan (G12) Maka (K01)	R60	Jika (G04) dan (G05) dan (G12) Maka (K01)
R21	Jika (G02) dan (G05) dan (G13) Maka (K01)	R61	Jika (G04) dan (G05) dan (G13) Maka (K01)
R22	Jika (G02) dan (G05) dan (G14) Maka (K01)	R62	Jika (G04) dan (G05) dan (G14) Maka (K01)
R23	Jika (G02) dan (G06) dan (G09) Maka (K01)	R63	Jika (G04) dan (G06) dan (G09) Maka (K01)
R24	Jika (G02) dan (G06) dan (G10) Maka (K01)	R64	Jika (G04) dan (G06) dan (G10) Maka (K01)
R25	Jika (G02) dan (G06) dan (G11) Maka (K01)	R65	Jika (G04) dan (G06) dan (G11) Maka (K01)
R26	Jika (G02) dan (G06) dan (G12) Maka (K01)	R66	Jika (G04) dan (G06) dan (G12) Maka (K01)



Kode	Aturan	Kode	Aturan
R27	Jika (G02) dan (G06) dan (G13) Maka (K01)	R67	Jika (G04) dan (G06) dan (G13) Maka (K01)
R28	Jika (G02) dan (G06) dan (G14) Maka (K01)	R68	Jika (G04) dan (G06) dan (G14) Maka (K01)
R29	Jika (G02) dan (G07) dan (G09) Maka (K02)	R69	Jika (G04) dan (G07) dan (G09) Maka (K03)
R30	Jika (G02) dan (G07) dan (G10) Maka (K02)	R70	Jika (G04) dan (G07) dan (G10) Maka (K03)
R31	Jika (G02) dan (G08) dan (G09) Maka (K02)	R71	Jika (G04) dan (G07) dan (G11) Maka (K06)
R32	Jika (G02) dan (G08) dan (G10) Maka (K02)	R72	Jika (G04) dan (G07) dan (G12) Maka (K06)
R33	Jika (G03) dan (G05) dan (G09) Maka (K01)	R73	Jika (G04) dan (G07) dan (G13) Maka (K04)
R34	Jika (G03) dan (G05) dan (G10) Maka (K01)	R74	Jika (G04) dan (G07) dan (G14) Maka (K05)
R35	Jika (G03) dan (G05) dan (G11) Maka (K01)	R75	Jika (G04) dan (G08) dan (G09) Maka (K03)
R36	Jika (G03) dan (G05) dan (G12) Maka (K01)	R76	Jika (G04) dan (G08) dan (G10) Maka (K03)
R37	Jika (G03) dan (G05) dan (G13) Maka (K01)	R77	Jika (G04) dan (G08) dan (G11) Maka (K06)
R38	Jika (G03) dan (G05) dan (G14) Maka (K01)	R78	Jika (G04) dan (G08) dan (G12) Maka (K06)
R39	Jika (G03) dan (G06) dan (G09) Maka (K01)	R79	Jika (G04) dan (G08) dan (G13) Maka (K04)
R40	Jika (G03) dan (G06) dan (G10) Maka (K01)	R80	Jika (G04) dan (G08) dan (G14) Maka (K05)

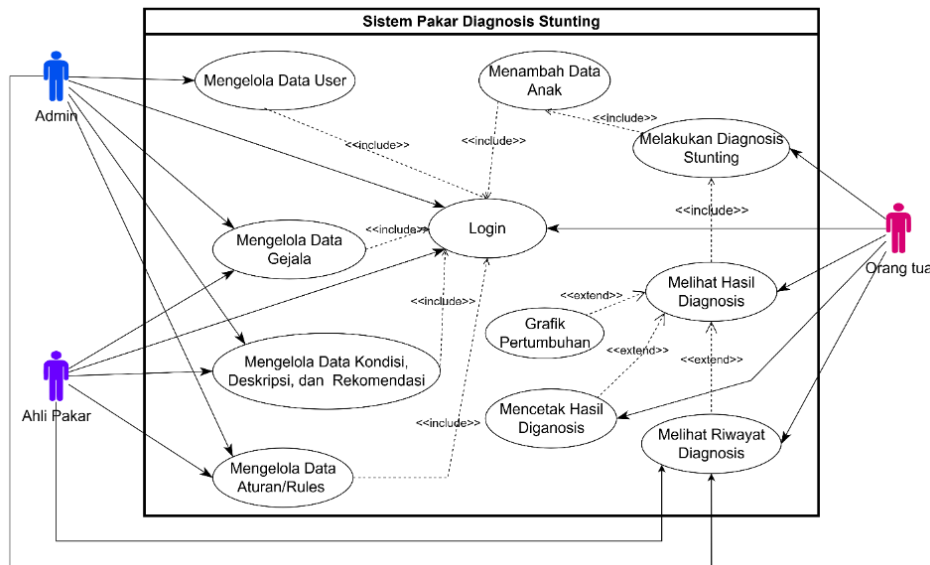
Design

Untuk memberikan visualisasi alur kerja sistem, proses perancangan gambaran awal dilakukan pada tahap desain. Agar lebih sistematis dan terstruktur, proses ini menggunakan diagram *Unified Modeling Language* (UML) sebagai visualisasi standar pemodelan desain sistem. Alur kerja dan fungsionalitas sistem pakar yang dikembangkan dapat digambarkan dengan menggunakan pemodelan desain sistem seperti *use case diagram*, *activity diagram*, dan *entity relationship diagram* [14].



Use Case Diagram

Use case diagram memvisualisasikan interaksi antara pengguna dengan sistem yang dikembangkan. Diagram ini membantu dalam menganalisis serta memahami bagaimana sistem bekerja dari perspektif pengguna dan menggambarkan skenario batasan sistem yang dapat diakses oleh pengguna [15].



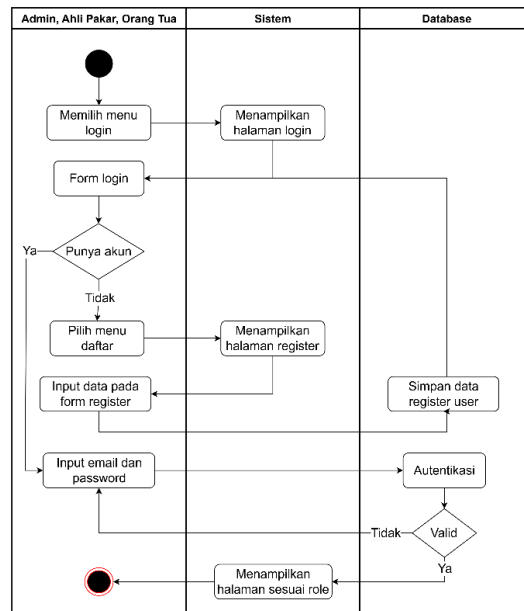
Gambar 3. Use Case Diagram

Gambar 3 menunjukkan tiga jenis aktor yaitu admin, ahli pakar, dan orang tua. Sesuai dengan perannya, masing-masing aktor memiliki hak akses yang berbeda. Orang tua memiliki hak untuk menambahkan data anak, melakukan diagnosis, melihat hasil diagnosis, mencetak hasil diagnosis, melihat grafik pertumbuhan, dan melihat riwayat diagnosis. Sementara itu, admin dan ahli pakar memiliki akses untuk mengelola data gejala, kondisi beserta deskripsi dan rekomendasi, aturan diagnosis, dan melihat riwayat diagnosis. Selain itu, admin juga bertanggung jawab mengelola data pengguna. Sebelum dapat menggunakan sistem, setiap aktor harus *login* terlebih dahulu.

Activity Diagram

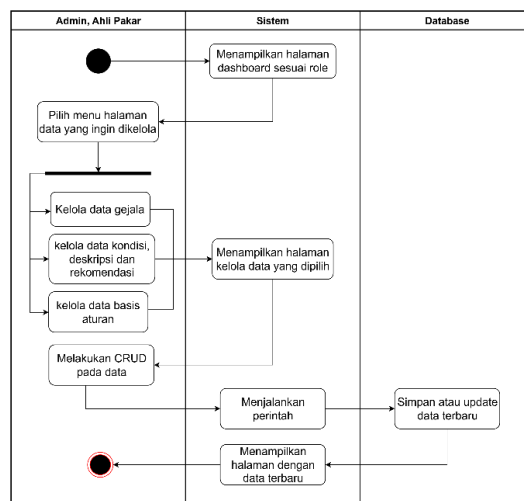
Activity diagram merupakan pemodelan desain sistem yang digunakan untuk menggambarkan urutan aktivitas dalam suatu proses. Diagram ini digunakan untuk memperjelas serangkaian alur kerja atau aktivitas dalam proses bisnis yang terjadi pada sistem [13]. Dengan adanya activity diagram, alur logika dari setiap proses dalam sistem dapat divisualisasikan dengan jelas, sehingga memudahkan dalam proses analisis dan implementasi sistem.





Gambar 4. Activity Diagram Login dan Register

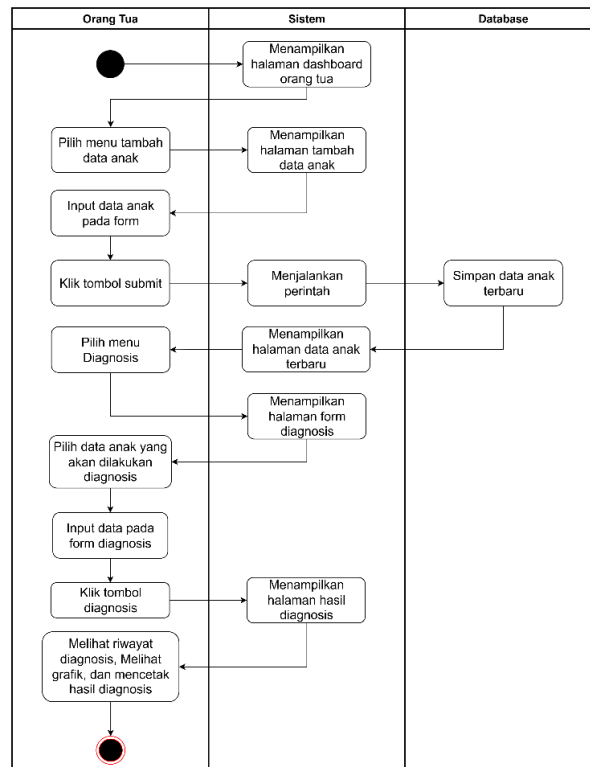
Pengguna harus menyelesaikan proses *login* sebelum dapat mengakses sistem, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Untuk pengguna yang belum memiliki akun, orang tua atau ahli pakar dapat melakukan proses *register*, tetapi admin tidak dapat melakukan *register* secara mandiri. Saat *login*, pengguna akan memasukkan *email* dan *password*, kemudian sistem akan melakukan proses autentikasi untuk memeriksa apakah data tersebut terdaftar dalam sistem atau tidak. Jika autentikasi berhasil, pengguna akan diarahkan ke halaman sesuai dengan perannya. Namun, jika autentikasi gagal, pengguna akan kembali ke halaman *login*.



Gambar 5. Activity Diagram Pengelolaan Basis Aturan



Berdasarkan Gambar 5, setelah berhasil melakukan proses *login* dan masuk ke halaman *dashboard*, admin dan ahli pakar dapat mengelola data basis aturan yang meliputi data gejala, kondisi beserta deskripsi dan rekomendasi, serta aturan diagnosis. Admin dan ahli pakar memiliki hak akses untuk menambah, mengedit, dan menghapus data pada basis aturan tersebut. Setelah proses pengelolaan data tersimpan di database, sistem akan menampilkan kembali halaman basis aturan dengan pembaruan data terbaru.



Gambar 6. Activity Diagram Alur Proses Diagnosis

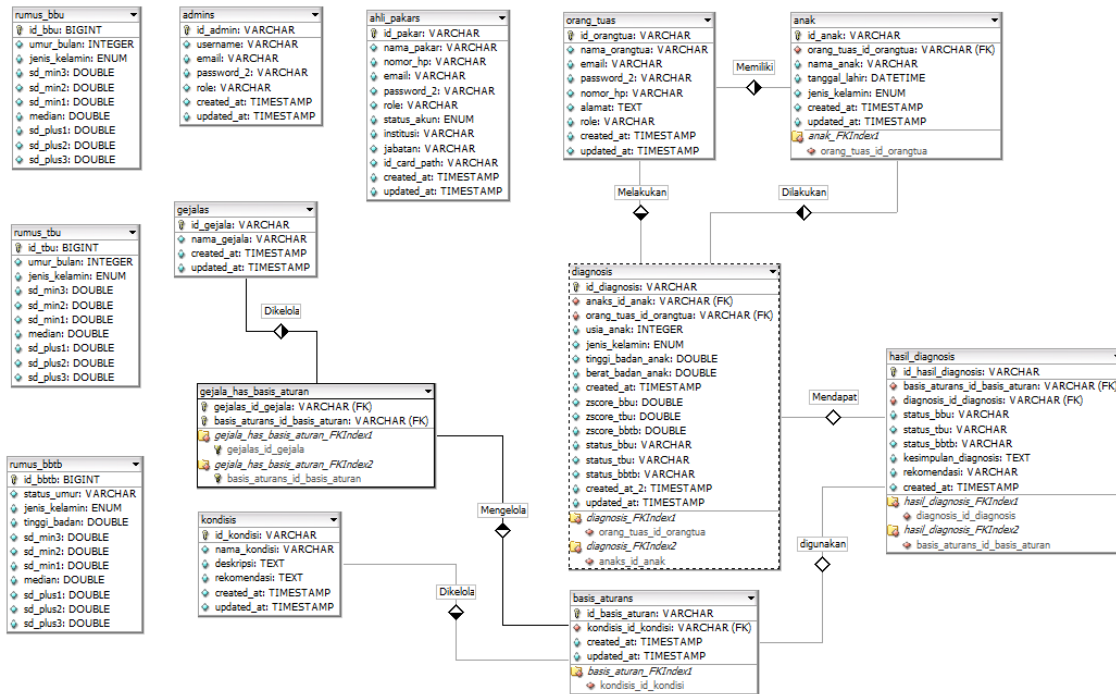
Berdasarkan Gambar 6, setelah berhasil masuk ke halaman *dashboard*, orang tua dapat menambahkan data anak yang akan digunakan dalam proses diagnosis. Orang tua dapat menambahkan lebih dari satu data anak. Setelah data anak tersimpan, orang tua dapat melakukan proses diagnosis dengan memilih data anak yang telah didaftarkan sebelumnya dan mengisi formulir diagnosis. Setelah proses diagnosis selesai, orang tua dapat melihat hasil diagnosis serta dapat mengakses riwayat diagnosis, grafik pertumbuhan dan mencetak laporan hasil diagnosis tersebut.

Entity Relationship Diagram (ERD)

Dalam proses perancangan sistem, entitas data digambarkan melalui *Entity Relationship Diagram (ERD)*. Diagram ini berfungsi untuk memvisualisasikan struktur serta hubungan



keterkaitan antar-entitas yang terdapat dalam basis data sistem [15]. Visualisasi dalam bentuk struktur tabel yang saling terkait atau memiliki relasi membantu dalam memahami struktur data pada sistem secara lebih jelas dan terorganisasi. Struktur tabel beserta relasinya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Entity Relationship Diagram (ERD)

Development

Tahap *development* merupakan proses implementasi kode program yang dilaksanakan berdasarkan rancangan sistem yang telah dirumuskan sebelumnya. Pada fase ini, sistem pakar dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan Laravel sebagai *framework*. Pemilihan Laravel didasarkan pada arsitektur *Model-View-Controller* (MVC) yang memiliki kemampuan untuk memisahkan logika aplikasi dari antarmuka pengguna, sehingga dapat mempermudah proses pengembangan serta pemeliharaan sistem [16]. Sementara itu, *database* MySQL digunakan untuk mengelola penyimpanan data pada sistem.

Testing

Tahap *testing* bertujuan untuk memverifikasi bahwa semua fitur sistem telah beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang sebelumnya. Pada sistem pakar ini, proses pengujian dilakukan dengan menggunakan 3 metode, yaitu:



1. *Black-Box Testing*

Metode ini digunakan untuk menguji aspek fungsionalitas dari sistem pakar. Pengujian ini berfokus pada evaluasi kinerja fungsi-fungsi sistem tanpa memeriksa struktur internal atau kode sumber yang digunakan [17]. Selain itu, pengujian ini juga dilakukan untuk memastikan bahwa setiap fitur dalam sistem menghasilkan *output* yang sesuai berdasarkan *input* yang diberikan, sehingga dapat memverifikasi apakah sistem telah berfungsi sebagaimana mestinya.

2. *System Usability Scale (SUS)*

Metode ini diterapkan untuk mengevaluasi *user experience* saat menggunakan sistem pakar. Evaluasi ini berfokus pada pengukuran tingkat kegunaan (*usability*) sistem berdasarkan perspektif pengguna [18]. Aspek *usability* menjadi elemen penting guna memastikan bahwa sistem dirancang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

3. Pengujian validitas hasil diagnosis sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi validitas dan akurasi hasil diagnosis sistem dengan melibatkan dokter sebagai validator [19]. Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis dari dokter dengan *output* sistem berdasarkan beberapa kasus yang ada. Hasil validasi ini kemudian dianalisis lebih lanjut untuk menentukan tingkat akurasi diagnosis sistem.

Deploy

Tahap *deploy* sistem dilakukan setelah proses pengujian selesai dan seluruh fungsionalitas telah diverifikasi. Pada fase ini, sistem pakar diunggah ke *server hosting* agar dapat diakses secara *online* oleh pengguna. Tahap *deploy* juga mencakup penyesuaian beberapa konfigurasi sistem pada lingkungan produksi untuk memastikan keamanan dan kinerja sistem tetap optimal [9]. Setelah proses *deploy* selesai, dilakukan pengujian ulang untuk memastikan bahwa seluruh fitur berjalan dengan normal dan dapat diakses oleh pengguna tanpa terkendala.

Review

Setelah sistem berhasil di-*deploy*, tahap selanjutnya adalah melakukan *review* bersama pengguna untuk mengevaluasi kinerja sistem. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi kekurangan, *bug*, atau fitur yang perlu disempurnakan berdasarkan



umpan balik dari pengguna. Hasil evaluasi atau *feedback* tersebut kemudian menjadi acuan untuk perbaikan dan pengembangan sistem lebih lanjut [9].

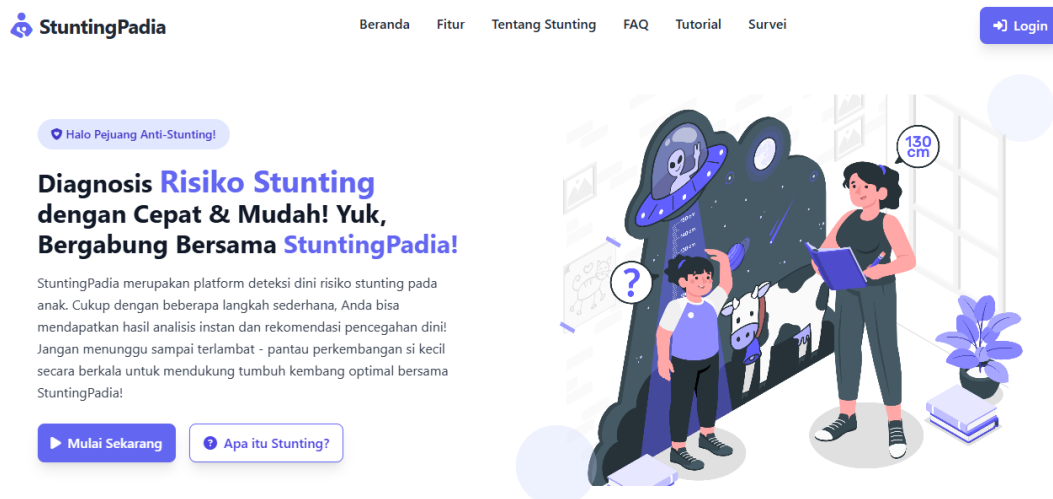
HASIL

Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah sistem pakar berbasis *website* untuk mendiagnosis stunting dengan menerapkan metode *forward chaining*. Sistem ini digunakan sebagai platform untuk membantu orang tua mendeteksi dini risiko stunting pada anak secara mandiri. Dengan teknik inferensi *forward chaining*, sistem menganalisis gejala fakta berdasarkan parameter antropometri sehingga dapat menghasilkan kesimpulan diagnosis.

Gambaran Sistem

Halaman Utama

Halaman utama merupakan halaman awal ketika pengguna mengakses pertama kali sistem pakar diagnosis stunting. Halaman ini memuat informasi mengenai stunting, fitur sistem, serta panduan penggunaan sistem, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 8.

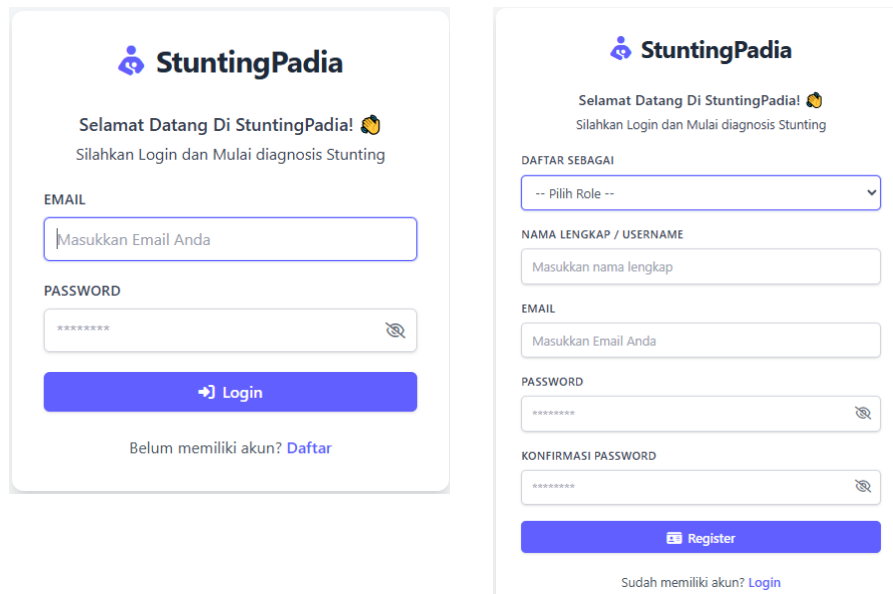


Gambar 8. Halaman Utama

Halaman Login dan Register

Halaman *login* digunakan untuk proses autentikasi pengguna ketika ingin mengakses halaman *dashboard* pengguna. sedangkan halaman *register* digunakan untuk proses daftar bagi pengguna yang belum memiliki akun. Tampilan halaman *login* dan *register* dapat dilihat pada Gambar 9.



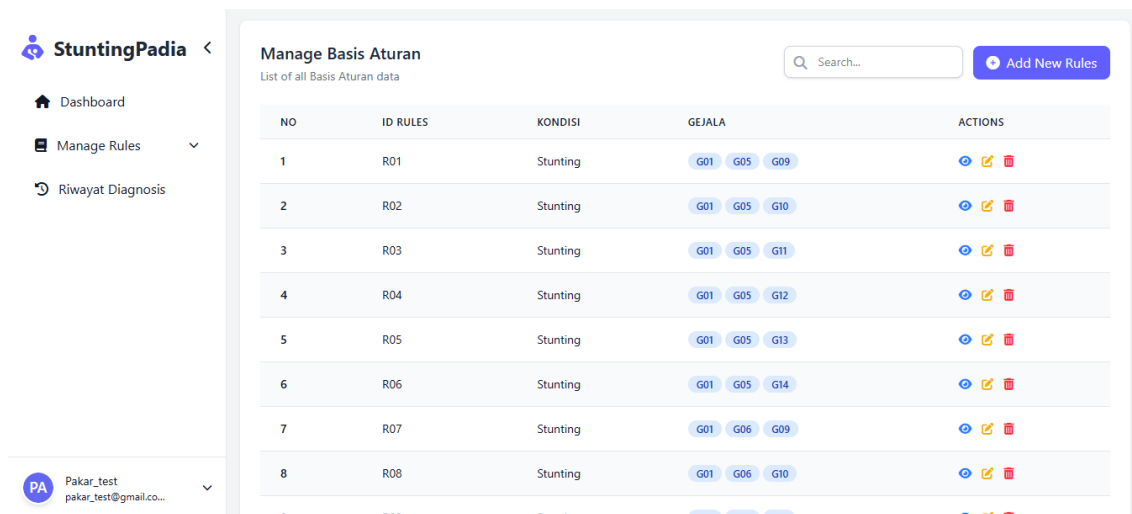


The image shows two side-by-side screenshots of the StuntingPadia web application. The left screenshot is the login page, featuring a blue header with the StuntingPadia logo and the text 'Selamat Datang Di StuntingPadia!'. Below this, it says 'Silahkan Login dan Mulai diagnosis Stunting'. There are input fields for 'EMAIL' and 'PASSWORD', a blue 'Login' button, and a link for 'Daftar' (Register) for users who do not have an account. The right screenshot is the registration page, with a similar header and text: 'Selamat Datang Di StuntingPadia! Silahkan Login dan Mulai diagnosis Stunting'. It includes a dropdown menu for 'DAFTAR SEBAGAI' (Register as), input fields for 'NAMA LENGKAP / USERNAME', 'EMAIL', and 'PASSWORD', a 'KONFIRMASI PASSWORD' field, a blue 'Register' button, and a link for 'Login' for users who already have an account.

Gambar 9. Halaman Login dan Register

Halaman Basis Aturan

Halaman basis aturan berfungsi untuk mengelola data aturan diagnosis yang menjadi dasar pengetahuan dalam sistem pakar diagnosis stunting. Halaman ini hanya dapat diakses oleh ahli pakar dan admin. Seperti yang ditampilkan pada Gambar 10, halaman tersebut memuat berbagai kombinasi gejala beserta kondisi yang sesuai.



The image shows a screenshot of the 'Manage Basis Aturan' (Manage Rules) page in the StuntingPadia application. The page has a sidebar with navigation options: 'Dashboard', 'Manage Rules', and 'Riwayat Diagnosis'. The main content area displays a table of rules. At the top right of the table, there is a search bar and an 'Add New Rules' button. The table has five columns: 'NO', 'ID RULES', 'KONDISI', 'GEJALA', and 'ACTIONS'. Each row represents a rule with a unique ID (R01 to R08), a condition ('Stunting'), a set of symptoms (e.g., G01, G05, G09), and action icons (eye, edit, delete).

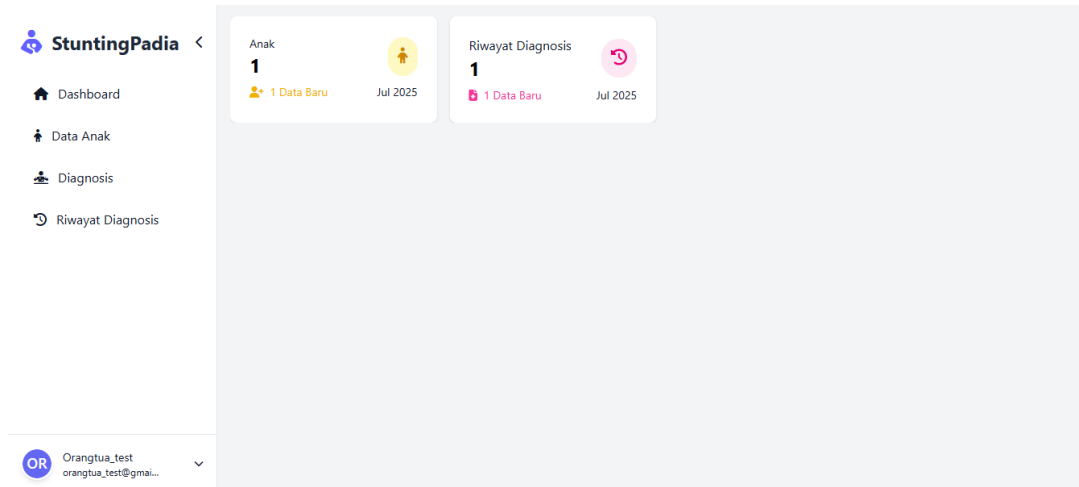
NO	ID RULES	KONDISI	GEJALA	ACTIONS
1	R01	Stunting	G01 G05 G09	[Eye] [Edit] [Delete]
2	R02	Stunting	G01 G05 G10	[Eye] [Edit] [Delete]
3	R03	Stunting	G01 G05 G11	[Eye] [Edit] [Delete]
4	R04	Stunting	G01 G05 G12	[Eye] [Edit] [Delete]
5	R05	Stunting	G01 G05 G13	[Eye] [Edit] [Delete]
6	R06	Stunting	G01 G05 G14	[Eye] [Edit] [Delete]
7	R07	Stunting	G01 G06 G09	[Eye] [Edit] [Delete]
8	R08	Stunting	G01 G06 G10	[Eye] [Edit] [Delete]

Gambar 10. Halaman Basis Aturan



Halaman *Dashboard* Orang Tua

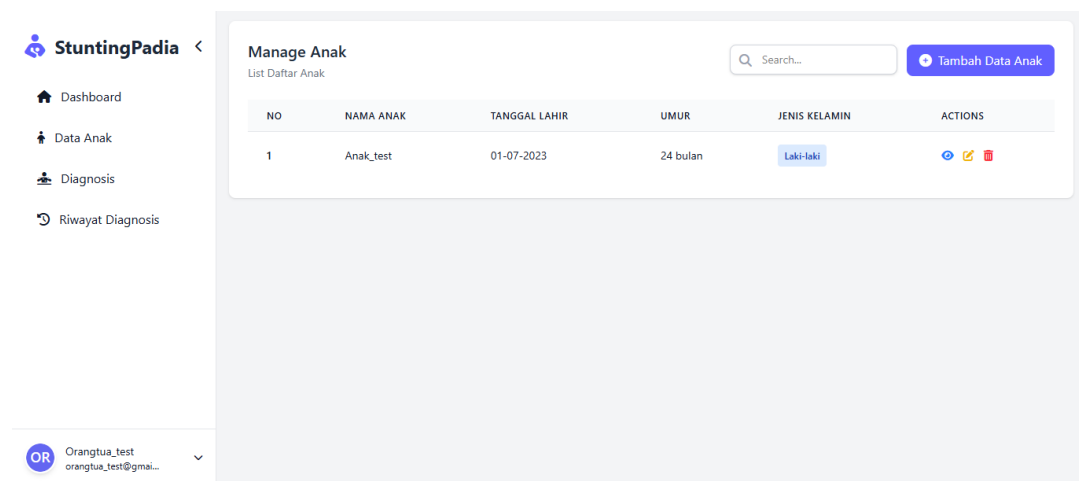
Halaman *dashboard* orang tua menampilkan informasi jumlah anak terdaftar dan total diagnosis yang pernah dilakukan. Pada halaman ini juga terdapat *sidebar* berisi beberapa menu fitur sistem, seperti yang terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Halaman *Dashboard* Orang Tua

Halaman Data Anak

Halaman data anak berfungsi untuk mengelola informasi terkait data anak. Pada halaman ini, seluruh informasi mengenai data anak ditampilkan. Sebelum proses diagnosis dilakukan, orang tua wajib mendaftarkan anak terlebih dahulu. Setiap orang tua dapat mengelola lebih dari satu data anak. Tampilan halaman data anak dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Halaman Data Anak



Halaman Diagnosis

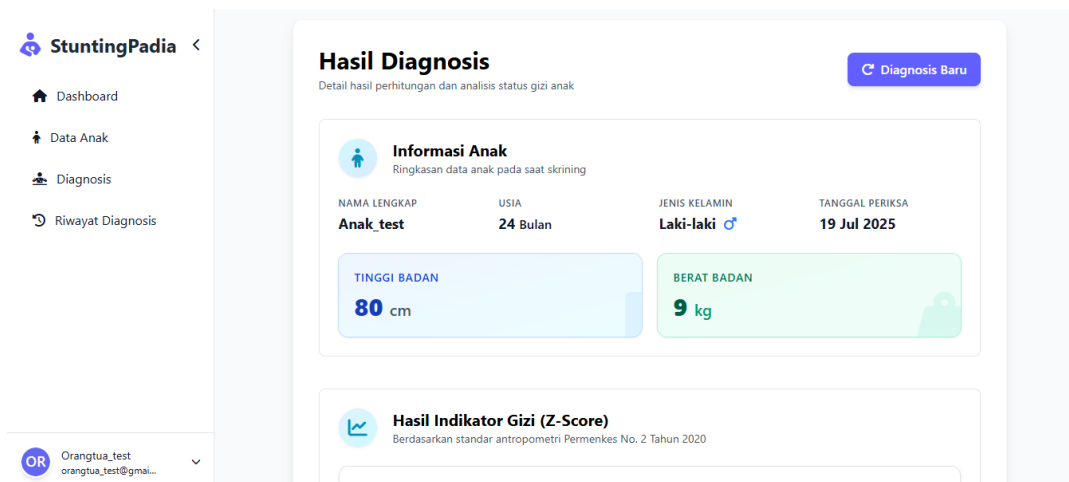
Halaman diagnosis berisi formulir untuk proses diagnosis stunting. Proses diagnosis diawali dengan pemilihan data anak oleh orang tua, kemudian sistem secara otomatis mengisi kolom umur dan jenis kelamin berdasarkan data terdaftar. Selanjutnya, orang tua memasukkan data tinggi badan dan berat badan anak yang terbaru. Tampilan halaman diagnosis dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Halaman Diagnosis

Halaman Hasil Diagnosis

Pada Gambar 14, menampilkan halaman hasil diagnosis yang telah dilakukan oleh orang tua. Halaman tersebut memuat informasi lengkap meliputi data anak, hasil perhitungan antropometri, dan kesimpulan diagnosis.

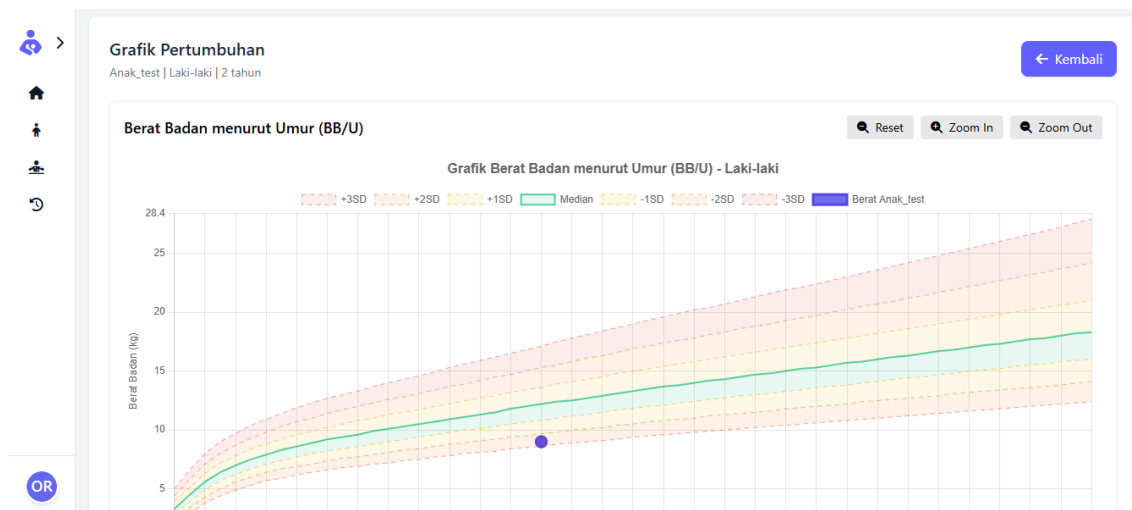


Gambar 14. Halaman Hasil Diagnosis



Halaman Grafik Pertumbuhan

Halaman grafik pertumbuhan menampilkan visualisasi data perkembangan anak berdasarkan hasil diagnosis yang pernah dilakukan. Melalui tampilan ini, orang tua dapat memantau pertumbuhan dan perkembangan anak secara visual. Halaman grafik pertumbuhan dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Halaman Grafik Pertumbuhan

Pengujian

Pengujian Validitas Hasil Diagnosis

Proses validasi sistem dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis antara dokter dan sistem. Sebanyak 12 kasus diuji, terdiri atas 10 kasus dari dataset stunting yang diperoleh dari Kaggle (sumber: Jabir Muktabir, n.d.) dan 2 kasus aktual dari praktik dokter. Hasil perbandingan diagnosis antara dokter dan sistem disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Validitas Hasil Diagnosis

Nama	JK	Usia (bulan)	Tinggi (Cm)	Berat (kg)	Hasil dokter	Hasil sistem	Validasi
Balita 1	L	20	77.7	8.5	Stunting	Stunting	Sesuai
Balita 2	P	13	69.8	5.8	Stunting	Stunting	Sesuai
Balita 3	L	11	81.6	13.3	Overweight	Overweight	Sesuai
Balita 4	P	9	75.5	7.7	Wasting	Wasting	Sesuai
Balita 5	L	24	89.3	11.9	Normal	Normal	Sesuai
Balita 6	L	14	70.5	9.0	Stunting	Stunting	Sesuai



Nama	JK	Usia (bulan)	Tinggi (Cm)	Berat (kg)	Hasil dokter	Hasil sistem	Validasi
Balita 7	P	21	91.1	11.9	Normal	Normal	Sesuai
Balita 8	P	16	74.8	8.8	Normal	Normal	Sesuai
Balita 9	L	22	77.5	10.2	Stunting	Stunting	Sesuai
Balita 10	L	16	78.5	10.6	Normal	Normal	Sesuai
Balita 11	P	48	87	11	Stunting	Stunting	Sesuai
Balita 12	L	50	115	15	Normal	Wasting	Tidak Sesuai

Perhitungan akurasi sistem dalam penelitian ini didasarkan pada kesesuaian hasil diagnosis dokter dengan diagnosis sistem, yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ kasus\ sesuai}{Total\ kasus} \times 100\% \quad (3)$$

$$Akurasi = \frac{11}{12} \times 100\% = 91,6\%$$

Berdasarkan pengujian terhadap 12 kasus, sebanyak 11 diagnosis yang dihasilkan sistem sesuai dengan diagnosis dokter. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi sebesar 91,6%, yang tergolong cukup baik dalam mendiagnosis stunting. Namun, terdapat satu kasus uji yang tidak sesuai antara diagnosis dokter dan hasil sistem, yaitu pada Balita 12. Menurut diagnosis dokter, balita tersebut dinyatakan normal, tetapi sistem mengategorikannya sebagai wasting akibat status gizi yang buruk. Berdasarkan analisis, ketidaksesuaian ini dapat terjadi karena anak tersebut mengalami laju pertumbuhan tinggi badan yang sangat cepat, sedangkan penambahan berat badannya normal. Akibatnya, proporsi antara tinggi badan dan berat badan menjadi tidak seimbang, sehingga memengaruhi penilaian status gizi dalam sistem.

Pengujian *Black-Box*

Pengujian *black-box* dilakukan untuk mengevaluasi aspek fungsionalitas sistem dengan memverifikasi kinerja setiap fitur dalam sistem pakar diagnosis stunting. Pengujian difokuskan pada pemeriksaan kesesuaian antara *output* sistem dengan kebutuhan fungsional yang telah ditetapkan. Hasil pengujian yang tercantum pada Tabel 6, menunjukkan bahwa semua fungsi sistem bekerja sesuai ekspektasi dan memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.



Tabel 6. Pengujian *Black-Box*

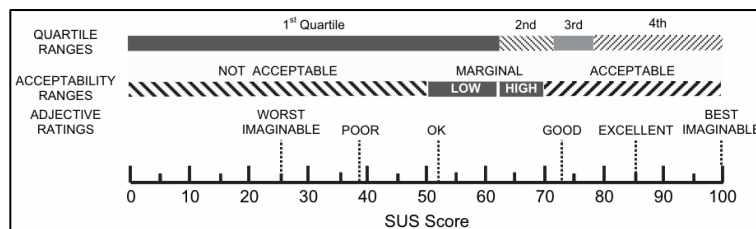
No	Uji Coba	Kasus Uji	Output yang diharapkan	Status
1.	<i>Melakukan Login</i>	Memasukkan email & password valid	Sistem berhasil login dan user diarahkan ke halaman dashboard sesuai rolanya	<i>Valid</i>
		Memasukkan email saja atau password saja	Sistem gagal login dengan menampilkan pesan "silakan isi kolom ini"	<i>Valid</i>
		Memasukkan email & password tidak valid	Sistem gagal login dengan menampilkan pesan "Akun tidak valid, silahkan cek email dan password anda"	<i>Valid</i>
		Login akun ahli pakar dengan status non-aktif	Sistem gagal login dengan menampilkan pesan "Akun anda belum aktif. Silakan tunggu hingga akun anda divalidasi oleh admin"	<i>Valid</i>
		Login akun ahli pakar dengan status aktif	Sistem berhasil login dan diarahkan ke halaman dashboard ahli pakar	<i>Valid</i>
2.	Mengelola data pengguna	Admin melakukan CRUD (<i>Create, Read, Update, & Delete</i>) data ahli pakar dan orangtua	Sistem berhasil menyimpan semua perubahan data yang dilakukan admin	<i>Valid</i>
3.	Mengelola data basis aturan	Admin dan ahli pakar melakukan CRUD (<i>Create, Read, Update, & Delete</i>) data gejala, kondisi & rekomendasi, dan aturan diagnosis	Sistem berhasil menyimpan semua perubahan data yang dilakukan admin dan ahli pakar	<i>Valid</i>
4.	Mengelola data anak	Orang tua melakukan CRUD (<i>Create, Read, Update, & Delete</i>) data anak	Sistem berhasil menyimpan semua perubahan data yang dilakukan orang tua	<i>Valid</i>
5.	Melakukan proses diagnosis	Orang tua melakukan proses diagnosis dengan mengisi data anak pada formulir diagnosis	Sistem berhasil melakukan diagnosis berdasarkan data anak yang diinput oleh orangtua	<i>Valid</i>
6.	Melihat data riwayat diagnosis	Orang tua, ahli pakar dan admin dapat melihat data riwayat	Sistem menampilkan riwayat diagnosis secara lengkap	<i>Valid</i>



No	Uji Coba	Kasus Uji	Output yang diharapkan	Status
		diagnosis anak yang dilakukan oleh orang tua		
7.	Melihat grafik pertumbuhan anak	Orang tua dapat melihat grafik pertumbuhan anak berdasarkan hasil diagnosis yang telah diinput oleh orang tua	Sistem menampilkan grafik pertumbuhan anak beserta riwayat diagnosisnya	Valid
8.	Mencetak dan menghapus data riwayat diagnosis	Orang tua dapat mencetak maupun menghapus data riwayat diagnosis	Sistem dapat melakukan proses cetak hasil diagnosis kemudian disimpan dalam bentuk PDF dan dapat melakukan penghapusan data riwayat diagnosis	Valid

Pengujian SUS (System Usability Scale)

Pengujian ini mengukur tingkat kegunaan sistem pakar diagnosis stunting dari perspektif pengguna. Setelah menggunakan sistem dan mencoba berbagai fitur yang tersedia, pengguna mengisi kuesioner yang terdiri atas 10 pertanyaan dengan skala penilaian 1 (sangat tidak setuju) sampai 5 (sangat setuju). Kemudian, dilakukan perhitungan nilai SUS berdasarkan *grade scale* pada Gambar 16.



Gambar 16. *Grade Scale* SUS (sumber: Bangor et al., 2008)

Pengujian SUS pada sistem pakar diagnosis stunting ini melibatkan 30 responden yang terdiri atas 5 admin, 2 ahli pakar, serta 23 orang tua dan pengguna lainnya. Hasil pengujian SUS disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengujian SUS

No	Pertanyaan										Jumlah	Nilai (jumlah x 2,5)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1.	5	1	5	2	4	1	5	2	4	1	36	90
2.	4	2	4	2	4	2	3	2	4	2	29	72,5



No	Pertanyaan										Jumlah	Nilai (jumlah x 2,5)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
3.	4	2	4	1	4	1	4	1	5	4	32	80
4.	4	2	5	1	4	3	3	2	4	4	28	70
5.	4	1	4	3	4	3	5	1	4	3	30	75
6.	5	2	4	1	4	2	3	2	5	2	32	80
7.	4	1	5	2	5	2	3	2	5	2	33	82,5
8.	4	2	5	1	3	1	4	1	5	2	34	85
9.	5	2	4	1	5	2	5	1	4	1	36	90
10.	5	1	4	2	3	1	4	1	5	1	35	87,5
11.	4	1	5	1	4	2	5	2	5	1	36	90
12.	4	2	5	1	4	2	5	1	3	1	34	85
13.	4	1	5	2	5	1	4	2	4	1	35	87,5
14.	4	2	5	1	4	2	5	1	4	2	34	85
15.	4	1	4	2	3	2	5	2	4	2	31	77,5
16.	3	2	4	1	4	2	4	2	4	2	30	75
17.	4	2	5	2	4	2	5	1	3	2	32	80
18.	4	2	5	2	5	1	4	1	4	2	34	85
19.	4	2	4	1	5	2	4	1	4	2	33	82,5
20.	4	2	5	2	5	1	4	1	4	2	34	85
21.	4	1	5	2	4	2	5	1	5	1	36	90
22.	4	1	5	2	5	1	4	2	4	1	35	87,5
23.	4	2	5	1	5	2	5	2	5	1	36	90
24.	4	2	5	1	4	2	5	1	4	2	34	85
25.	5	2	5	1	5	2	5	2	4	2	35	87,5
26.	4	2	4	1	3	2	3	2	4	2	29	72,5
27.	4	2	5	1	4	2	4	2	4	1	33	82,5
28.	4	1	4	2	5	2	4	1	4	1	34	85
29.	4	1	4	2	5	2	5	1	1	4	29	72,5
30.	5	1	4	2	4	3	5	2	4	4	30	75
Total												2472,5
Nilai Rata-rata												82,41

Berdasarkan hasil perhitungan nilai rata-rata SUS dengan total 30 responden, diperoleh nilai rata-rata sebesar 82,41 yang menandakan bahwa kemudahan penggunaan sistem pakar diagnosis stunting ini berada dalam rentang "Good" atau dalam kategori "Acceptable".



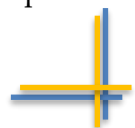
PEMBAHASAN

Sistem pakar diagnosis stunting yang menerapkan metode *forward chaining* dalam penelitian ini telah berhasil dikembangkan yang dilengkapi berbagai fitur sesuai kebutuhan fungsional. Fitur autentikasi dan otorisasi untuk proses *login* dan *register* berfungsi optimal dalam membatasi akses pengguna sesuai perannya. Admin dapat melakukan pengelolaan data pengguna secara efektif untuk mengelola seluruh data pengguna sistem. Pengelolaan basis pengetahuan yang hanya dapat diakses oleh admin atau ahli pakar juga berjalan sesuai fungsinya, termasuk dalam pengaturan aturan diagnosis sebagai dasar pengambilan keputusan sistem. Proses diagnosis juga dapat beroperasi dengan baik, mampu menampilkan hasil diagnosis yang kemudian tersimpan dalam riwayat serta dapat dicetak dalam bentuk laporan. Selain itu, fitur grafik pertumbuhan berfungsi optimal dalam memvisualisasikan perkembangan anak berdasarkan data hasil diagnosis yang telah dilakukan.

Berdasarkan pengujian validitas hasil diagnosis sistem, diperoleh tingkat akurasi sebesar 91,6% dari pengujian terhadap 12 kasus. Hasil ini menunjukkan bahwa teknik inferensi untuk pengambilan keputusan dengan parameter antropometri kombinasi tiga indeks utama yaitu BB/U, TB/U, dan BB/TB dapat menjadi metode yang efektif untuk deteksi dini stunting. Namun, terdapat satu kasus ketidaksesuaian antara hasil diagnosis sistem dengan diagnosis dokter, yaitu pada Balita 12. Sistem mengategorikan balita tersebut sebagai *wasting*, sedangkan dokter menyatakan kondisi normal. Setelah dianalisis, ketidaksesuaian ini mungkin terjadi karena keterbatasan sistem dalam mempertimbangkan variasi pertumbuhan individu, seperti laju pertumbuhan tinggi badan yang tidak linear sehingga mengakibatkan proporsi pertumbuhan pada anak tidak seimbang antara tinggi badan dan berat badan. Oleh karena itu, untuk mendiagnosis stunting tidak hanya bergantung pada perhitungan antropometri saja, melainkan memerlukan pemeriksaan komprehensif dengan mempertimbangkan berbagai faktor lain, seperti genetik, kondisi sosial-ekonomi, dan lingkungan.

Dari segi kemudahan penggunaan, sistem pakar diagnosis stunting ini memperoleh skor 82,41 dalam pengujian System Usability Scale (SUS) dengan melibatkan 30 responden. Skor tersebut menunjukkan bahwa sistem dapat diterima dengan baik dan layak digunakan. Hasil pengujian SUS juga membuktikan bahwa antarmuka sistem dirancang dengan baik serta mudah digunakan oleh orang tua maupun ahli pakar.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi dalam bidang teknologi dan kesehatan dengan menerapkan sistem pakar berbasis *forward chaining* untuk deteksi dini risiko stunting pada anak. Meskipun masih terdapat keterbatasan dalam cakupan



data dan kompleksitas diagnosis, penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengintegrasikan berbagai faktor penyebab stunting agar hasilnya lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pakar diagnosis stunting berbasis website dengan metode *forward chaining* berhasil dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tingginya kasus stunting akibat keterlambatan diagnosis maupun penanganan medis. Sistem ini membantu mendiagnosis atau mendeteksi risiko stunting pada anak lebih awal, sehingga intervensi dapat dilakukan lebih cepat dan efektif. Pengujian sistem membuktikan bahwa sistem berfungsi dengan baik sesuai kebutuhan fungsional yang direncanakan. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian dengan tiga metode, yaitu pengujian akurasi hasil diagnosis yang memperoleh skor 91,6% menunjukkan tingkat akurasi hasil diagnosis sistem cukup baik, pengujian fungsionalitas menggunakan *black-box* yang membuktikan seluruh fitur sistem dapat beroperasi secara optimal, serta pengujian kemudahan penggunaan menggunakan SUS dengan skor 82,41 yang menunjukkan sistem ini masuk ke dalam rentang “Good” atau dalam kategori “Acceptable”.

Namun, penelitian ini masih memiliki beberapa kekurangan. Dalam dunia kedokteran, diagnosis stunting sangat kompleks karena banyak faktor penyebab yang mendasarinya, dimulai sejak masa kehamilan ibu berlanjut hingga anak berusia 5 tahun. Penelitian ini hanya mendiagnosis stunting berdasarkan metode perhitungan antropometri anak dan analisis status gizi, belum mengimplementasikan faktor lain seperti genetik, kondisi sosial-ekonomi, dan lingkungan. Oleh karena itu, diharapkan penelitian selanjutnya dapat mengembangkan sistem pakar diagnosis stunting yang mampu menggabungkan berbagai faktor penyebab stunting untuk hasil yang lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan artikel ini, baik dari kalangan individu maupun instansi terkait. Kontribusi yang diberikan sangat berarti bagi penyempurnaan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Eva Lestari, Zahroh Shaluhayah, and Mateus Sakundarno Adi, “Intervensi Pencegahan Stunting pada Masa Prakonsepsi : Literature Review,” *Media Publ. Promosi Kesehat. Indones.*, vol. 6, no. 2, pp. 214–221, 2023, doi: 10.56338/mppki.v6i2.2994.



- [2] B. S. Renyoet, O. Oktapianus, and D. Dary, "Prevalensi Anak Stunting di Kota Salatiga Tahun 2020," *J. Epidemiol. Kesehat. Komunitas*, vol. 8, no. 1, pp. 76–86, 2023, doi: 10.14710/jekk.v8i1.13111.
- [3] D. Rahmayanty, F. Syaharani, N. Nurleni, and Y. R. Sholihin, "Pengaruh Stunting Bagi Perkembangan Kognitif Anak," *J. Mhs. BK An-Nur Berbeda, Bermakna, Mulia*, vol. 10, no. 1, p. 98, 2024, doi: 10.31602/jmbkan.v10i1.12873.
- [4] L. B. Rananavare and S. Chitnis, "Technology from traditional knowledge - Vrikshayurveda-based expert system for diagnosis and management of plant diseases," *J. Ayurveda Integr. Med.*, vol. 15, no. 1, p. 100853, 2024, doi: 10.1016/j.jaim.2023.100853.
- [5] B. Riswanto, W. Setiawan, and S. C. E. Sahputro, "Sistem Pakar Diagnosa Stunting pada Balita Berbasis Website Menggunakan Metode Forward Chaining dan Metode Waterfall," *Digit. Transform. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 468–477, 2023, doi: 10.47709/digitech.v3i2.2881.
- [6] N. Ismayukha, N. Fauziah, N. Zafira, C. R. Amelia, D. R. Yusian TB, and S. Lestari, "IMPLEMENTASI SISTEM PAKAR SEBAGAI UPAYA DETEKSI DINI STUNTING PADA BALITA MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING DI KECAMATAN BAITUSSALAM KABUPATEN ACEH BESAR," vol. 10, no. 2, pp. 81–89, 2024.
- [7] I. Kementerian, Kesehatan, "PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 2 TAHUN 2020 TENTANG STANDAR ANTROPOMETRI ANAK," no. 3, pp. 1–78, 2020.
- [8] D. Al-Fraihat, Y. Sharrab, A. R. Al-Ghuwairi, H. Alzabut, M. Beshara, and A. Algarni, "Utilizing machine learning algorithms for task allocation in distributed agile software development," *Heliyon*, vol. 10, no. 21, p. e39926, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e39926.
- [9] S. Suhari, A. Faqih, and F. M. Basysyar, "Human Resources Information System Using Agile Development Method at CV. Angkasa Raya," *J. Teknol. dan Inf.*, vol. 12, no. 1, pp. 30–45, 2022, doi: 10.34010/jati.v12i1.
- [10] J. Sutherland, K. Schwaber, J. Sutherland, and D. Ph, "The Scrum Papers : Nut , Bolts , and Origins of an Agile Framework," 2011.
- [11] E. Pawan, R. M. . Thamrin, W. Widodo, S. H. Y. B. Sariaty H.Y.Bei, and J. J. Luanmasa, "Implementation of Forward Chaining Method in Expert System to Detect Diseases in Corn Plants in Muara Tami District," *Int. J. Comput. Inf. Syst.*, vol. 3, no. 1, pp. 27–33, 2022, doi: 10.29040/ijcis.v3i1.59.
- [12] P. R. Ananda, "Sistem Pakar Diagnosis Stunting pada Balita Menggunakan Metode



- Forward Chaining dan Logika Fuzzy Sugeno,” vol. 7, no. 1, pp. 200–216, 2024, doi: 10.32493/jtsi.v7i1.38245.
- [13] M. Haidar, A. Faruqi, and E. Sudarmilah, “Sistem Informasi Manajemen Transaksi Layanan Fotografi di Qlise Photography Photography Service Transaction Management Information System at Qlise Photography,” vol. 14, no. April, pp. 84–100, 2024.
- [14] D. Gunawan, Y. Sidiq, W. Widayat, D. P. Muslimawati, C. D. Apriliana, and A. N. Minallah, “Implementasi dan pelatihan penggunaan sistem informasi presensi kehadiran guru pada mim taraman sragen,” vol. 5, no. 1, pp. 313–318, 2024.
- [15] A. Ibnurosyidianto and K. R. Ummah, “Pengembangan e-commerce pada pt giri dadi mulyo berbasis website digital marketing,” vol. 9, no. 4, pp. 1799–1809, 2024.
- [16] Y. Indrianti, S. Rapinta, and J. Dinaristo, “Analyzing Database Optimization Strategies in Laravel for an Enhanced Learning Management,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 245, pp. 799–804, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.10.306.
- [17] D. Felício, J. Simão, and N. Datia, “RapiTest: Continuous Black-Box Testing of RESTful Web APIs,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 219, no. 2022, pp. 537–545, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2023.01.322.
- [18] A. Ilyas, S. H. Wajid, and A. Muhammad, “Usability Evaluation of E-Government Website: A Use of System Usability Scale,” pp. 11–15, 2022.
- [19] S. Yazdani, C. Lerner, D. Kulkarni, A. Kamzan, and R. C. Henry, “Healthcare Analytics A new expert system with diagnostic accuracy for pediatric upper respiratory conditions,” *Healthc. Anal.*, vol. 2, no. November 2021, p. 100042, 2022, doi: 10.1016/j.health.2022.100042.
- [20] Jabir Muktabir, “Stunting Wasting Dataset.” [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/datasets/jabirmuktabir/stunting-wasting-dataset>
- [21] A. Bangor *et al.*, “An Empirical Evaluation of the System Usability Scale Usability Scale,” vol. 7318, 2008, doi: 10.1080/10447310802205776.

