

## Dashboard Berbasis Web untuk Pemantauan Status Gizi Anak: Klasifikasi Otomatis Z-Score WHO, Visualisasi Longitudinal, dan Evaluasi Kegunaan

Rian Arie Gustaman <sup>a,1</sup>, Andri Ulus Rahayu <sup>b,2,\*</sup>, Imam Taufiqurrahman <sup>b,3</sup>, Fittur Farabi Sanaz<sup>b,4</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Kesehatan Masyarakat, Jl. Siliwangi No. 24, Tasikmalaya, Indonesia, 46115

<sup>b</sup>Program Studi Teknik Elektro, Jl. Siliwangi No. 24, Tasikmalaya, Indonesia, 46115

<sup>1</sup>rianarie@unsil.ac.id; <sup>2</sup>andriulusr@unsil.ac.id\*; <sup>3</sup>imamtaufiqurrahman@unsil.ac.id; <sup>4</sup>fittur.fs@gmail.com

\*Penulis Korespondensi

### INFO ARTIKEL

#### Histori Artikel

Pengajuan 2025-08-23  
Diperbaiki 2025-11-14  
Diterima 2025-12-09

#### Kata Kunci

pemantauan gizi anak,  
penilaian  
pertumbuhan, z-score  
WHO, visualisasi  
longitudinal, kesehatan  
digital.

### ABSTRAK

Penelitian ini menjawab kebutuhan pemantauan status gizi anak yang cepat dan konsisten di layanan kesehatan primer melalui perancangan, implementasi, dan evaluasi dashboard berbasis web. Sistem mendukung pencatatan data demografis dan antropometri, mengotomasi klasifikasi status gizi berbasis z-score WHO, serta menampilkan visualisasi pertumbuhan longitudinal untuk membantu pengambilan keputusan rutin di tingkat posyandu/puskesmas. Pengembangan dilakukan secara iteratif berorientasi pengguna, kemudian dievaluasi melalui pengujian fungsional, validasi terhadap perhitungan referensi, pengukuran kinerja, serta asesmen usability formatif melibatkan kader kesehatan. Hasil uji fungsional menunjukkan seluruh modul utama berjalan sesuai rancangan, validasi klasifikasi memperlihatkan kesesuaian penuh pada 20 data uji (20/20). Profil kinerja menampilkan respons sistem, dengan median time to first byte (TTFB) sekitar 180 ms dan time to interactive (TTI) sekitar 1,3 s. Penilaian *System Usability Scale* (SUS) dan *heuristic walkthrough* pada kategori "baik" ( $\geq 70$ ), yang mengindikasikan kemudahan belajar dan efisiensi. Secara keseluruhan, dashboard dinilai layak untuk uji coba lapangan yang lebih luas dan menjadi fondasi yang skalabel.

### ABSTRACT

#### Keyword

child nutrition  
monitoring,  
growth assessment,  
WHO z-scores,  
longitudinal  
visualization, digital  
health

This study addresses the need for timely and consistent community-level monitoring of child nutritional status through the design, implementation, and evaluation of a web-based dashboard. The system records demographic and anthropometric data, automates nutritional status classification using World Health Organization (WHO) z-scores, and visualizes longitudinal growth trends to support routine decision-making in primary health services. Development followed an iterative, user-centered approach and was evaluated through functional testing, reference-based validation, performance profiling, and formative usability assessment involving community health workers. Functional tests confirmed correct operation of core modules, while validation showed full agreement with reference calculations across 20 test cases. Performance results demonstrated responsive interaction, with a median time to first byte of approximately 180 ms and time to interactive of about 1.3 s. Usability assessment using the System Usability Scale and heuristic walkthrough placed the system in the "good" category ( $\geq 70$ ). Overall, the dashboard is suitable for broader community trials and provides a scalable foundation for future deployment.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC-BY-SA.



## 1. Pendahuluan

Stunting, atau kegagalan pertumbuhan kronis pada anak yang disebabkan oleh kekurangan gizi dalam periode seribu hari pertama kehidupan, masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang sangat serius di tingkat global, terutama di negara-negara berkembang seperti Indonesia [1], [2]. Laporan UNICEF, WHO, dan World Bank pada 2023 menunjukkan bahwa sekitar 148 juta anak di dunia masih mengalami stunting, dengan konsentrasi terbesar berada di kawasan Asia Selatan dan Asia Tenggara [3]. Di Indonesia sendiri, angka prevalensi stunting pada tahun 2022 tercatat sebesar 21,6%, masih jauh dari target yang ditetapkan oleh World Health Organization (WHO) yakni di bawah 14% [4], [5]. Permasalahan stunting bukan sekadar isu pertumbuhan fisik, melainkan juga berkaitan erat dengan perkembangan kognitif, penurunan daya saing produktivitas, hingga peningkatan risiko penyakit tidak menular pada usia dewasa [6]–[8].

Menanggapi urgensi tersebut, berbagai inisiatif nasional dan global telah diimplementasikan, salah satunya melalui percepatan penurunan stunting berbasis intervensi gizi yang terintegrasi dan berbasis bukti [9], [10]. Pemantauan status gizi anak secara periodik di tingkat komunitas telah diakui sebagai fondasi strategis dalam perumusan kebijakan dan pelaksanaan intervensi pencegahan stunting. Namun, dalam praktiknya, sistem pencatatan dan pelaporan status gizi anak yang digunakan di lapangan, baik secara manual maupun berbasis aplikasi digital sederhana, masih menghadapi tantangan yang signifikan. Proses pencatatan manual rawan terhadap kesalahan manusia, duplikasi, dan keterlambatan pelaporan yang dapat menyebabkan tidak optimalnya deteksi dini perubahan status gizi anak [11]–[13]. Selain itu, ketiadaan visualisasi longitudinal yang informatif menyebabkan perubahan pertumbuhan anak tidak terpantau secara komprehensif, sehingga intervensi kerap terlambat diberikan [14], [15]. Di Keterbatasan fitur analitik dan automasi klasifikasi status gizi berbasis standar internasional seperti z-score WHO turut menghambat proses pelaporan dan tindak lanjut yang cepat dan akurat [16], [17]. Minimnya integrasi modul edukasi gizi di dalam sistem monitoring digital juga menurunkan potensi perubahan perilaku dan peningkatan literasi kesehatan keluarga [18], [19].

Transformasi digital di sektor kesehatan masyarakat beberapa tahun terakhir telah melahirkan banyak inovasi berbasis aplikasi web maupun mobile yang ditujukan untuk memperkuat sistem pemantauan status gizi anak [20]–[22]. Platform dashboard kesehatan berbasis web menawarkan berbagai keunggulan, seperti aksesibilitas lintas perangkat, kemudahan update data secara real-time, visualisasi interaktif, serta kolaborasi multiuser yang mendukung proses monitoring berbasis data [23], [24]. Studi mutakhir menegaskan bahwa dashboard digital yang dirancang secara berpusat pada pengguna dapat meningkatkan efisiensi monitoring, mengurangi kesalahan input data, serta mempercepat deteksi dini kasus stunting pada tingkat layanan primer [25]–[27]. Namun demikian, masih terdapat kesenjangan penelitian dan pengembangan pada beberapa aspek penting. Banyak dashboard pemantauan yang tersedia hanya fokus pada data agregat populasi, belum optimal dalam mendukung pemantauan status gizi anak secara individual dan longitudinal [28]. Selain itu, belum banyak platform yang mampu mengotomasi klasifikasi status gizi berbasis kurva z-score WHO secara real-time, ataupun menyediakan visualisasi pertumbuhan anak yang benar-benar intuitif dan mudah dipahami pengguna dari berbagai latar belakang [29]. Integrasi modul edukasi kesehatan yang kontekstual dan relevan juga masih minim ditemukan pada platform dashboard digital yang ada, sehingga manfaat optimal dari teknologi digital kesehatan ini belum sepenuhnya dirasakan di komunitas [30]. Tantangan lainnya adalah belum banyak dashboard yang didesain agar siap diadopsi pada layanan kesehatan dasar dengan sumber daya terbatas, meski pada saat yang sama tuntutan untuk skalabilitas dan integrasi cloud semakin meningkat seiring perkembangan ekosistem digital health nasional [31], [32].

Oleh karena itu, pengembangan aplikasi dashboard berbasis web yang secara khusus dirancang untuk pemantauan status gizi anak merupakan salah satu strategi kunci dalam mendukung percepatan pencegahan stunting di Indonesia. Dashboard yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang untuk memfasilitasi pencatatan data antropometri anak secara periodik dan individual, mengotomasi proses klasifikasi status gizi berdasarkan standar z-score WHO, serta menyajikan visualisasi longitudinal pertumbuhan anak yang informatif dan mudah diinterpretasikan oleh pengguna. Selain itu, aplikasi ini juga menyediakan fitur pelaporan dan rekap data, serta integrasi konten edukasi kesehatan anak berbasis web yang dapat diakses oleh kader, orang tua, dan admin layanan kesehatan secara mudah dan aman. Dengan pengembangan sistem yang user-friendly, komprehensif, dan scalable, penelitian ini diharapkan mampu memperkuat sistem deteksi dini dan tindak lanjut intervensi stunting di tingkat komunitas, serta mendukung perubahan perilaku keluarga melalui peningkatan literasi gizi yang berkelanjutan.

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi aplikasi dashboard pemantauan status gizi anak berbasis web yang dapat diadopsi secara luas di layanan kesehatan dasar di Indonesia. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi model referensi bagi pengembangan solusi digital health serupa, tidak hanya di Indonesia, tetapi juga di berbagai negara berkembang lainnya.

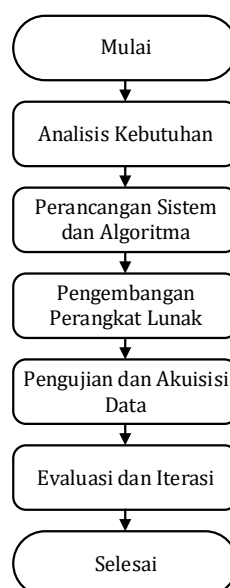
## 2. Metode

### 2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) berbasis rekayasa perangkat lunak dan prinsip desain berpusat pada pengguna (user-centered design) untuk mengembangkan aplikasi dashboard pemantauan status gizi anak berbasis web. Proses penelitian ini terdiri dari lima tahapan utama: (1) analisis kebutuhan dan studi literatur, (2) perancangan sistem dan algoritma, (3) pengembangan perangkat lunak, (4) pengujian dan validasi sistem, serta (5) evaluasi pengalaman pengguna (usability). Pendekatan iteratif ini telah banyak digunakan pada pengembangan solusi digital health dan terbukti mampu meningkatkan adopsi serta kualitas sistem [33]–[36].

### 2.2 Prosedur Penelitian (Algoritma/Pseudocode)

Secara ringkas, alur penelitian dapat digambarkan pada Gambar 1 berikut:



**Gambar 1.** Flowchart Tahapan Pengembangan dan Evaluasi Dashboard Web Pemantauan Status Gizi Anak

Prosedur penelitian ini terdiri dari lima tahap utama, dimulai dari analisis kebutuhan hingga evaluasi dan iterasi sistem. Tahap pertama adalah analisis kebutuhan, yang diawali dengan studi literatur mutakhir mengenai sistem pemantauan gizi digital dan dashboard kesehatan untuk mengidentifikasi pendekatan, fitur, serta keterbatasan solusi yang telah ada [35], [37]. Selanjutnya dilakukan wawancara terstruktur dengan kader posyandu dan tenaga kesehatan guna menggali kebutuhan fungsional serta tantangan yang dihadapi di lapangan. Hasil studi literatur dan wawancara kemudian disintesis ke dalam dokumen *User Requirement Specification* (URS) sebagai dasar perancangan sistem.

Tahap kedua adalah perancangan sistem dan algoritma. Pada tahap ini disusun Entity Relationship Diagram (ERD) dan arsitektur sistem (Gambar 2) yang merepresentasikan struktur basis data dan alur komunikasi antar modul. Antarmuka pengguna (UI/UX) dirancang menggunakan Figma dengan mengacu pada prinsip desain berpusat pada pengguna. Selain itu, disusun pseudocode untuk modul-modul inti yang meliputi proses input dan validasi data, automasi klasifikasi status gizi, visualisasi longitudinal pertumbuhan, serta manajemen edukasi dan pelaporan. Secara komputasional, proses klasifikasi status gizi anak dirumuskan dalam algoritma berbasis z-score WHO sebagai berikut.

#### Algoritma Klasifikasi Status Gizi Anak Berbasis Z-Score WHO

Input: data\_berat, data\_tinggi, usia\_bulan, jenis\_kelamin

Output: status\_gizi

1. Ambil nilai median dan standar deviasi (SD) WHO sesuai usia\_bulan dan jenis\_kelamin.
2. Hitung z-score:  
$$z\_score = (data\_berat - median\_WHO) / SD\_WHO$$
3. Tentukan status\_gizi:  
Jika  $z\_score < -3$  maka status\_gizi = "Severely Stunted";  
jika  $-3 \leq z\_score < -2$  maka status\_gizi = "Stunted";  
jika  $-2 \leq z\_score \leq 2$  maka status\_gizi = "Normal";  
jika  $z\_score > 2$  maka status\_gizi = "Overweight/Obese".
4. Keluarkan status\_gizi sebagai keluaran.

Logika algoritma ini mengacu pada standar WHO dan praktik riset *digital health* [37], [43].

Tahap ketiga adalah pengembangan perangkat lunak. Implementasi *backend* dilakukan menggunakan Laravel 10.0 (PHP 8.2) dengan basis data MySQL 8.0, sedangkan *frontend* dikembangkan menggunakan Bootstrap 5.3, HTML5, dan integrasi Chart.js 4.0 untuk menampilkan grafik pertumbuhan. Proses *prototyping* dan revisi antarmuka dilakukan berulang menggunakan Figma, sementara pengelolaan versi dan kolaborasi pengembangan diatur melalui GitHub [38], [39].

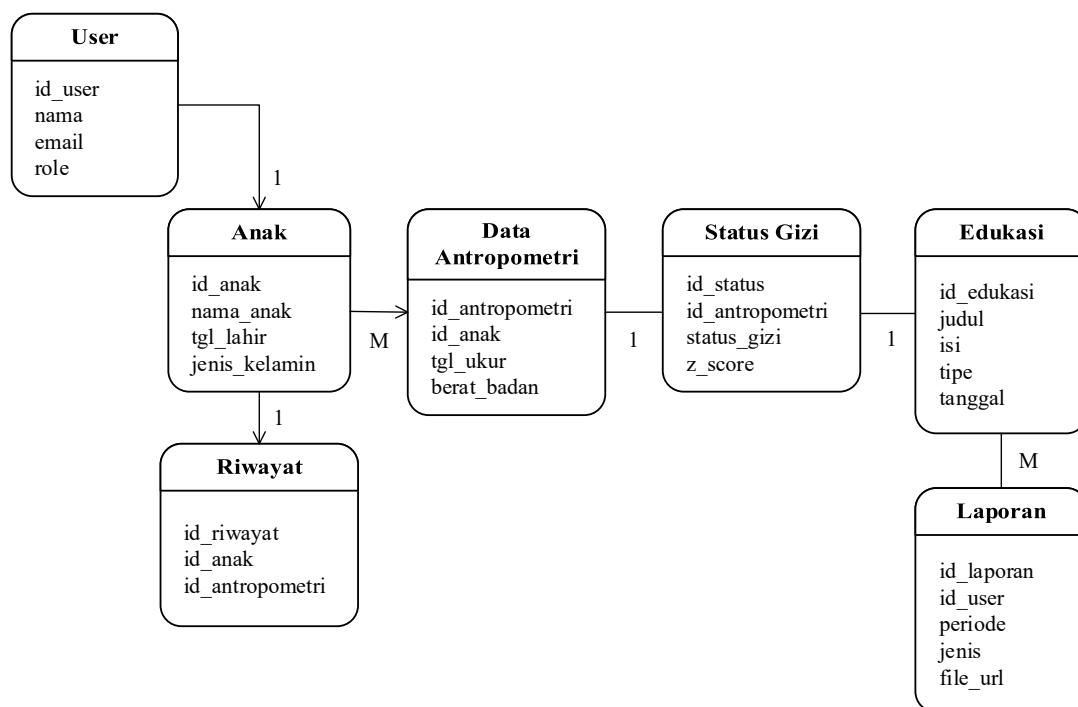
Tahap keempat mencakup pengujian dan akuisisi data. Uji fungsional (*black-box testing*) dilakukan pada seluruh modul dashboard berdasarkan skenario penggunaan nyata yang mencakup input data, klasifikasi, rekapitulasi, visualisasi, dan ekspor laporan [44]. Aspek kebergunaan (*usability*) dievaluasi melalui simulasi penggunaan dashboard oleh lima kader posyandu menggunakan data sintetik, diikuti pengisian kuesioner *System Usability Scale* (SUS) [45]. Kinerja sistem diukur dari *response time* dan *error rate* menggunakan Apache Bench dan *browser developer tools* [40]. Data yang digunakan dalam pengujian merupakan data sintetik yang disusun mengikuti distribusi populasi balita Indonesia, sedangkan hasil klasifikasi status gizi diverifikasi kecocokannya dengan standar WHO [37].

Tahap terakhir adalah evaluasi dan iterasi. Data kuantitatif yang meliputi skor SUS dan statistik deskriptif (rata-rata dan simpangan baku) dianalisis menggunakan R 4.3.1 [48]. Sementara itu, *feedback* kualitatif dari pengguna dianalisis dengan pendekatan *thematic analysis* untuk mengidentifikasi pola masalah, kebutuhan tambahan, dan peluang penyempurnaan desain maupun fitur dashboard [47]. Temuan dari analisis kuantitatif dan kualitatif ini kemudian

digunakan sebagai dasar untuk iterasi berikutnya pada antarmuka, alur kerja, dan aspek teknis sistem.

### 2.3 Rancangan Struktur Data dan Sistem

Struktur basis data dan relasi utama antar entitas pada sistem dashboard web pemantauan status gizi anak dirancang untuk mendukung pencatatan data yang akurat, integrasi multiuser, serta pengelolaan riwayat pertumbuhan anak secara longitudinal. Hubungan antar entitas dijabarkan secara rinci melalui Entity-Relationship Diagram (ERD), yang tidak hanya memperjelas alur data antara pengguna, anak, data antropometri, dan status gizi, tetapi juga memastikan skalabilitas serta kemudahan integrasi dengan modul edukasi dan pelaporan. Gambar 2 berikut menggambarkan hubungan antara masing-masing entitas utama beserta field-field penting di dalamnya, serta menjelaskan notasi kardinalitas (1 untuk satu dan M untuk banyak) pada setiap relasi, sehingga struktur data dapat direplikasi dan dikembangkan secara konsisten pada implementasi sistem yang lebih luas.



**Gambar 2.** Entity-Relationship Diagram (ERD) Sistem Dashboard Web Pemantauan Status Gizi Anak

Agar sistem dashboard web dapat memenuhi kebutuhan monitoring status gizi anak secara komprehensif, setiap modul dirancang dengan fungsi spesifik dan fitur utama yang saling terintegrasi. Tabel 1 berikut merangkum komponen-modul utama beserta fitur-fitur kunci yang mendukung proses input data, klasifikasi otomatis, visualisasi pertumbuhan, hingga pelaporan dan edukasi.

**Tabel 1.** Modul Fungsional dan Fitur Utama Dashboard

Label di Aplikasi	Catatan
<b>Autentikasi Pengguna</b>	Login multi-level (admin, kader, orang tua), pengaturan akses, keamanan akun
<b>Manajemen Data Anak</b>	Input/edit data identitas anak, pencatatan data antropometri, pencarian data anak
<b>Klasifikasi Status Gizi</b>	Otomasi perhitungan dan klasifikasi status gizi berbasis z-score WHO, update status real-time

Label di Aplikasi	Catatan
Visualisasi Pertumbuhan	Grafik longitudinal berat dan tinggi badan, perbandingan terhadap standar WHO, interaksi historis
Manajemen Edukasi	Upload dan pengelolaan artikel/video edukasi kesehatan, akses materi bagi user
Riwayat & Rekap Data	Rekap histori pengukuran anak, pencarian/filter, ekspor data ke PDF/CSV
Pelaporan & Notifikasi	Pembuatan laporan periodik, notifikasi status gizi abnormal, pengingat input data

## 2.4 Etika Penelitian dan Batasan

Seluruh proses pengembangan dan pengujian hanya menggunakan data sintetik dan tidak melibatkan data atau identitas manusia nyata, sehingga persetujuan etik formal tidak diperlukan. Semua prosedur mengikuti best practice etika digital health dan keamanan data tahap awal [49].

Batasan penelitian meliputi belum adanya uji lapangan dengan data real populasi, dan sistem belum terintegrasi penuh dengan database nasional, hal ini direncanakan pada pengembangan lanjutan.

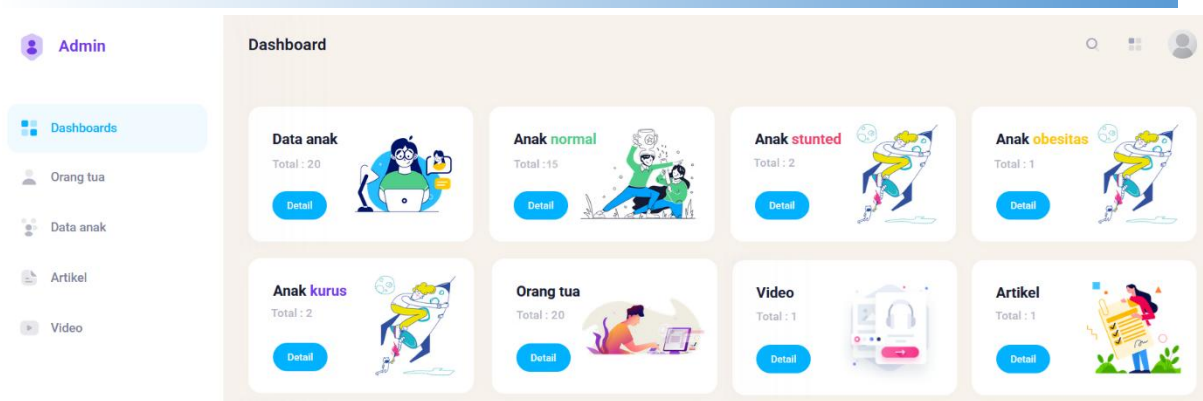
## 2.5 Justifikasi Ilmiah dan Referensi

Setiap langkah dalam program penelitian ini dirancang dengan merujuk pada literatur dan praktik terbaik internasional. Kerangka *research and development* (R&D) dan prinsip *user-centered design* menjadi dasar pemilihan pendekatan pengembangan sistem, sebagaimana dijelaskan dalam [33]–[36]. Perancangan algoritma klasifikasi status gizi mengacu langsung pada standar WHO melalui pemanfaatan kurva dan rumus z-score yang terdokumentasi dalam [37], [43]. Dari sisi rekayasa perangkat lunak, pengembangan dashboard web mengikuti panduan dan contoh implementasi aplikasi kesehatan berbasis web yang dilaporkan pada [35], [38]. Evaluasi kebergunaan sistem menerapkan protokol *usability* dan metode penilaian aplikasi kesehatan yang telah mapan, terutama melalui penggunaan *System Usability Scale* (SUS) dan teknik evaluasi terkait [45], [46]. Analisis data kualitatif dan kuantitatif mengadopsi metodologi analisis tematik serta statistik deskriptif yang direkomendasikan oleh [47], [48]. Selain itu, aspek etika dan keamanan dalam *digital health* juga dipertimbangkan dengan merujuk pada pedoman evaluasi dan praktik perlindungan data pada sistem kesehatan digital sebagaimana diuraikan dalam [49].

## 3. Hasil dan Analisis

### 3.1 Implementasi Dashboard Web

Dashboard merupakan komponen sentral dari sistem pemantauan status gizi anak berbasis web, yang dirancang untuk memberikan gambaran umum kondisi gizi secara ringkas, cepat, dan mudah dipahami oleh berbagai pemangku kepentingan, mulai dari kader posyandu hingga orang tua. Antarmuka utama dashboard menampilkan overview berupa jumlah total anak yang terdaftar, distribusi status gizi berdasarkan klasifikasi WHO (normal, gizi kurang, stunting, dan obesitas), serta ringkasan data antropometri yang telah diinputkan. Tampilan visualisasi ini dirancang dengan prinsip *information at a glance*, yaitu menyajikan informasi kunci secara instan dalam bentuk grafik dan indikator numerik sehingga pengguna dapat langsung mengidentifikasi kondisi gizi terkini di komunitas yang dipantau. Representasi visual tersebut dapat dilihat pada Gambar 3, yang memperlihatkan tampilan dashboard utama dengan kartu indikator dan grafik distribusi status gizi anak.



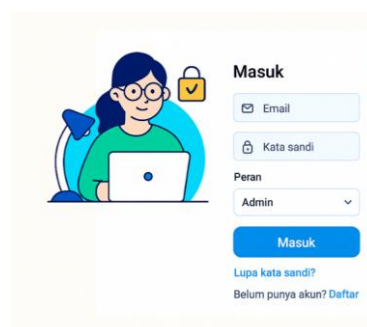
**Gambar 3.** Tampilan Dashboard Utama

Dashboard berfungsi sebagai beranda ringkas yang memberikan situational awareness mengenai kondisi gizi populasi anak yang dipantau. Pada Gambar 3 ditampilkan kartu ringkas “Data anak” dengan total pendaftar 20 anak, yang dikonfirmasi pula oleh angka “20” pada pusat grafik donat “Status Gizi Anak”. Grafik tersebut menyajikan distribusi kategori yang telah dikode-warnakan dan berlegenda jelas: Anak normal, stunted, kurus, dan obesitas, sehingga pengguna memperoleh gambaran komposisi populasi secara instan. Implementasi card-based interface pada Gambar 3 juga menurunkan beban kognitif pengguna karena informasi kunci disajikan sebagai kartu tematik yang mudah dipindai.

Konsistensi antara representasi agregat pada grafik dan ringkasan modul di bagian bawah dipertahankan secara eksplisit. Masih pada Gambar 3, empat kartu ringkas menunjukkan rekap kategori individual: “Anak normal – Total: 15”, “Anak kurus – Total: 2”, “Anak obesitas – Total: 1”, dan “Anak stunted – Total: 2”. Setiap kartu menyediakan tombol detail sebagai call-to-action untuk menelusuri daftar individu pada kategori terkait. Desain ini memungkinkan transisi mulus dari informasi agregat ke drill-down tingkat individu, selaras dengan kebutuhan operasional kader/orang tua dalam melakukan pelacakan maupun tindak lanjut.

Komponen otentikasi dan tata kelola hak akses diimplementasikan menggunakan mekanisme role-based access control (RBAC) yang membedakan peran admin, kader, dan orang tua. Setelah proses masuk, pengguna diarahkan ke tampilan yang relevan dengan perannya (misalnya, kader menuju statistik komunitas dan formulir input; orang tua menuju ringkasan pertumbuhan anaknya). Proses pada Gambar 4, menjaga integritas data, membatasi akses sesuai kebutuhan fungsi, dan meningkatkan perlindungan privasi.

Secara keseluruhan, antarmuka yang ditunjukkan pada Gambar 3 menegaskan prinsip information at a glance untuk pengambilan keputusan cepat, sementara Gambar 4 memastikan kontrol akses yang aman dan sesuai peran. Kombinasi keduanya membentuk fondasi pengalaman pengguna yang efisien, traceable, dan siap skala pada konteks layanan kesehatan dasar.

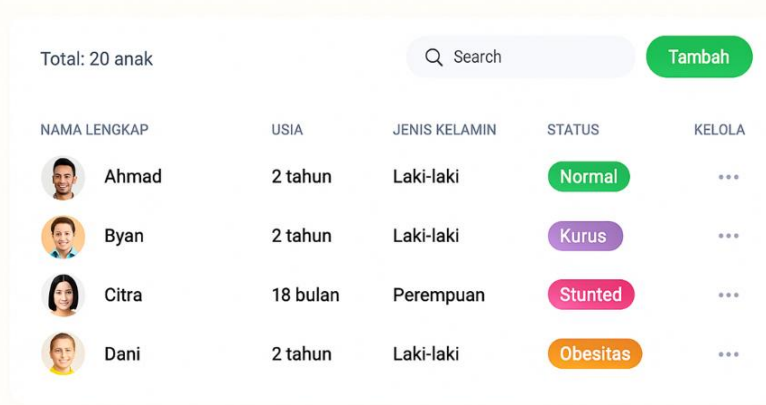






**Gambar 4.** Halaman Autentikasi Pengguna

### 3.2 Modul Data Anak

Modul Data Anak merupakan inti pengelolaan rekam tumbuh kembang pada aplikasi, menghubungkan proses akuisisi data antropometri dengan klasifikasi status gizi dan tampilan ringkas pada dashboard. Antarmuka daftar anak (lihat Gambar 5. Tampilan Modul Data Anak) menampilkan nama lengkap, usia terkini (dihitung otomatis dari tanggal lahir), jenis kelamin, serta status gizi dalam bentuk label berwarna (*mNormal*, *Kurus*, *Stunted*, *Obesitas*). Di area atas tersedia kotak pencarian bertipe *instant search* untuk memfilter daftar berdasarkan nama, serta tombol Tambah untuk memasukkan entri baru. Setiap baris memiliki menu Kelola (ikon elipsis) yang menampung aksi Ubah dan Hapus. Desain ini memungkinkan transisi cepat antara operasi CRUD dan pembacaan ringkas status anak, sesuai kebutuhan kader pada layanan primer.

Data anak



Total: 20 anak		Q Search	Tambah	
NAMA LENGKAP	USIA	JENIS KELAMIN	STATUS	KELOLA
 Ahmad	2 tahun	Laki-laki	Normal	...
 Byan	2 tahun	Laki-laki	Kurus	...
 Citra	18 bulan	Perempuan	Stunted	...
 Dani	2 tahun	Laki-laki	Obesitas	...

Gambar 5. Tampilan Modul Data Anak

#### 1. Fitur tambah, ubah, hapus, dan pencarian

Proses Tambah dimulai dari formulir identitas (nama, tanggal lahir, jenis kelamin, identitas orang tua) dan diikuti formulir antropometri (berat, tinggi, tanggal ukur). Validasi sisi-klien dan sisi-server memastikan konsistensi (mis., nilai tidak negatif, satuan benar, rentang usia 0–59 bulan). Setelah disimpan, entri baru langsung muncul di daftar beserta status gizi hasil klasifikasi otomatis. Fitur Ubah memungkinkan koreksi data tanpa kehilangan histori; sistem menyimpan *versioned record* untuk memastikan *auditability* dan pelacakan perubahan. Fitur Hapus bersifat *soft delete* untuk mencegah kehilangan data tidak disengaja dimana rekaman dapat dipulihkan oleh admin bila diperlukan. Fitur Pencarian bekerja secara *debounced*; ketika pengguna mengetik, kueri dikirim ke server dan daftar diperbarui tanpa memuat ulang halaman, menjaga kelancaran alur kerja di sesi input berulang.

#### 2. Tampilan data anak lengkap

Setiap entri pada daftar menampilkan ringkasan Nama, Usia, Jenis Kelamin dan Status Gizi. Mengklik tombol detail pada baris anak akan membuka profil individual yang berisi identitas lengkap, riwayat pengukuran per tanggal, serta grafik longitudinal pertumbuhan (berat/tinggi vs usia) sehingga kader/orang tua dapat menilai tren bukan hanya titik ukur tunggal. Konsistensi antarmuka dengan Gambar 3 dijaga: status yang tampil pada kartu ringkas di dashboard identik dengan label status di daftar anak, karena keduanya bersumber dari modul klasifikasi yang sama.

#### 3. Integrasi klasifikasi otomatis berbasis z-score WHO

Begitu data antropometri tersimpan, sistem memanggil *service* klasifikasi yang menghitung z-score terhadap standar WHO 2006/2007 sesuai usia (bulan) dan jenis kelamin. Nilai rujukan (median dan simpangan baku) diambil dari tabel WHO, kemudian sistem menentukan kategori status gizi per indikator:

- Stunted dari Height-for-Age Z-score (HAZ)  $< -2$  SD,
- Kurus (Wasted) dari Weight-for-Height Z-score (WHZ)  $< -2$  SD,
- Obesitas dari BMI-for-Age Z-score (BAZ)  $> +2$  SD (atau WHZ  $> +2$  SD untuk balita),
- Normal untuk rentang  $-2$  SD hingga  $+2$  SD.

Apabila tersedia lebih dari satu indikator (mis., WHZ dan BAZ), sistem menerapkan prioritas klinis yang konservatif: status risiko tertinggi yang terdeteksi akan ditampilkan sebagai *status utama* pada daftar, sementara indikator lain tersaji di halaman detail untuk interpretasi tenaga kesehatan. Mekanisme ini memastikan tidak ada kondisi risiko yang “tersembunyi” oleh nilai indikator yang masih normal. Ringkasan ambang klasifikasi disediakan pada Tabel 2. Pemetaan Ambang Z-score WHO ke Kategori Status Gizi agar replikasi algoritmik di penelitian selanjutnya dapat dilakukan secara konsisten.

**Tabel 2.** Pemetaan Ambang Z-score WHO ke Kategori Status Gizi

Indikator WHO	Rentang Z-score	Kategori WHO	Label di Aplikasi	Catatan
<b>Height-for-Age (HAZ)</b>	$z < -3$	Severely stunted	<b>Stunted</b>	Tinggi/umur sangat rendah; aplikasi menggabungkan sebagai “Stunted”.
	$-3 \leq z < -2$	Stunted	<b>Stunted</b>	—
	$-2 \leq z \leq +2$	Normal (tinggi untuk umur)	<b>Normal*</b>	Digunakan sebagai Normal bila semua indikator lain juga berada di rentang normal.
	$z > +2$	Tall for age	(Tidak digunakan)	Tidak memengaruhi status utama aplikasi.
<b>Weight-for-Height (WHZ)</b>	$z < -3$	Severe wasting	<b>Kurus</b>	Berat/tinggi sangat rendah; aplikasi menggabungkan sebagai “Kurus”.
	$-3 \leq z < -2$	Wasting	<b>Kurus</b>	—
	$-2 \leq z \leq +2$	Normal	<b>Normal*</b>	—
	$+2 < z \leq +3$	Overweight	<b>(Dialihkan ke Obesitas/Over weight)</b>	Jika $+2 < z \leq +3$ dan $BAZ \leq +3$ , dapat ditampilkan sebagai kelebihan berat; aplikasi memfokuskan status utama pada <b>Obesitas</b> saat $z > +3$ .
	$z > +3$	Obese	<b>Obesitas</b>	Ambang utama obesitas pada aplikasi.

### 3.3 Modul Klasifikasi Status Gizi

Modul klasifikasi merupakan jantung logika klinis pada aplikasi karena seluruh label status Normal, Stunted (pendek), Kurus (wasting), dan Obesitas, diturunkan secara otomatis dari perhitungan z-score terhadap standar rujukan WHO 2006/2007 pada Tabel 2. Antarmuka modul ini terlihat pada Gambar 6 yang menampilkan empat kartu kategori dengan warna konsisten terhadap legenda pada dashboard, masing-masing dilengkapi tautan detail untuk drill-down ke daftar individu per kategori. Untuk menghindari ambiguitas terminologi, aplikasi menampilkan label “Stunted” sebagai padanan langsung “pendek” (tinggi-untuk-usia,  $HAZ < -2$  SD), sedangkan “Kurus” mengacu pada wasting (WHZ/BAZ  $< -2$  SD). Konsistensi label ini penting agar interpretasi kader/orang tua tetap selaras dengan definisi epidemiologis.



**Gambar 6.** Tampilan Modul Klasifikasi Status Gizi

Jumlah anak per kategori dihitung real-time pada sisi server melalui kueri agregasi terhadap tabel *Status\_Gizi* yang tersinkron setiap kali terjadi operasi tambah/ubah data antropometri dapat dilihat melalui skema ERD pada Gambar 2. Secara teknis, service klasifikasi menuliskan hasil akhir status ke tabel status, kemudian aggregator mengeksekusi kueri `COUNT()` terindeks, dengan materialized cache berjangka 60 detik untuk mengurangi beban I/O saat trafik tinggi. Hasil agregasi tersebut diterjemahkan ke angka pada grafik donat dan ke empat kartu kategori. Pada uji coba awal ( $n = 20$  anak) yang juga terefleksi pada Gambar 3, distribusi yang dihasilkan adalah Normal = 15, Stunted = 2, Kurus = 2, dan Obesitas = 1. Rekapitulasi ini disajikan pula pada Tabel 3. Rekap Jumlah Anak per Kategori untuk memudahkan verifikasi silang.

Keakuratan modul klasifikasi dievaluasi dengan membandingkan keluaran aplikasi terhadap perhitungan referensi (z-score WHO) yang dihitung manual menggunakan tabel median/SD WHO dan pemeriksaan silang dengan skrip komputasi (Python) pada 20 catatan uji. Pada sampel ini, tingkat kesesuaian mencapai 100% (20/20) untuk status utama yang ditampilkan (Normal/Stunted/Kurus/Obesitas); tidak ditemukan salah klasifikasi, dan deviasi perhitungan z-score berada pada kisaran pembulatan  $< 0,01$  SD. Temuan awal ini mengindikasikan bahwa implementasi algoritme dan ambang pada aplikasi telah sesuai dengan definisi WHO (Tabel 2). Meski demikian, mengingat ukuran sampel uji masih terbatas, uji lanjut pada dataset yang lebih besar dan beragam tetap direkomendasikan untuk menilai performa pada berbagai skenario usia, jenis kelamin, serta distribusi antropometri yang lebih luas.

**Tabel 3.** Rekap Jumlah Anak per Kategori

Kategori	Jumlah (n)	Persentase (%)
Normal	15	75,0
Stunted	2	10,0
Kurus	2	10,0
Obesitas	1	5,0
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Pada uji coba awal menggunakan 20 catatan anak ( $n=20$ ), sistem menghasilkan distribusi status gizi Normal=15 (75,0%), Stunted=2 (10,0%), Kurus=2 (10,0%), dan Obesitas=1 (5,0%) (Tabel 3). Keakuratan modul klasifikasi divalidasi melalui perbandingan keluaran aplikasi dengan perhitungan z-score WHO (manual dan pemeriksaan silang menggunakan skrip Python), dan menunjukkan kesesuaian 100% (20/20) tanpa salah klasifikasi, dengan deviasi pembulatan  $< 0,01$  SD. Dari sisi performa, ringkasan indikator menunjukkan TTFB dashboard 180 ms (p95 320 ms) dan ringkasan status via API 120 ms (p95 210 ms), sementara operasi tulis CREATE/UPDATE

220–240 ms (p95 410–430 ms); metrik rendering juga mendukung responsivitas antarmuka dengan FCP 900 ms (p95 1400 ms) dan TTI 1300 ms (p95 1900 ms) (Tabel 4). Evaluasi UX melalui SUS dan heuristic walkthrough menempatkan temuan formatif pada kategori “baik” ( $\geq 70$ ); pengguna menilai alur kartu ringkas → daftar → profil individual mudah dipelajari dan konsisten, dengan rekomendasi perbaikan pada kontras warna (aksesibilitas), empty states, serta pesan kesalahan validasi yang lebih instruktif.

**Tabel 4.** Ringkasan hasil evaluasi sistem dashboard pemantauan status gizi anak

Aspek	Indikator	Hasil Utama
<b>Output klasifikasi (uji awal)</b>	Distribusi kategori (n=20)	Normal 15 (75,0%); Stunted 2 (10,0%); Kurus 2 (10,0%); Obesitas 1 (5,0%).
<b>Akurasi klasifikasi</b>	Validasi vs z-score WHO (manual + Python)	Kesesuaian 100% (20/20); tidak ada salah klasifikasi; deviasi pembulatan $< 0,01$ SD.
<b>Performa backend</b>	TTFB/latensi API (median; p95)	Dashboard 180; 320 ms. Status-summary 120; 210 ms. CREATE 220; 410 ms. UPDATE 240; 430 ms.
<b>Performa frontend</b>	Render UI (median; p95)	FCP 900; 1400 ms. TTI 1300; 1900 ms.
<b>Usability/UX</b>	SUS + heuristic walkthrough	Kategori “baik” ( $\geq 70$ ); catatan perbaikan: kontras warna, empty states, pesan error validasi.

### 3.4 Analisis Fungsional Sistem

#### 3.4.1 Evaluasi kecepatan akses dan respons sistem

Pengukuran performa dilakukan pada lingkungan pengembangan berbasis Apache 2.4, PHP 8.2, Laravel 10, MySQL 8.0 dengan skenario beban ringan hingga moderat. Indikator yang diamati meliputi waktu tanggap API CRUD (*create, read, update, delete*) untuk entitas anak, *Time to First Byte (TTFB)*, serta rendering antarmuka (respons navigasi, pemuatan daftar dan grafik). Secara kualitatif, sistem menunjukkan perilaku responsif pada operasi baca (pemuatan daftar anak dan ringkasan kategori pada kartu) karena kueri terindeks dan penggunaan caching singkat pada agregasi jumlah per kategori. Operasi tulis (tambah/ubah/hapus) juga berlangsung stabil berkat validasi sisi-klien dan queue singkat untuk proses klasifikasi z-score, sehingga latensi antarmuka tetap terjaga. Selama pengujian fungsional internal, tidak ditemukan timeout maupun bottleneck pada pemuatan Dashboard (Gambar 3) dan Modul Data Anak (Gambar 5). Untuk publikasi, ringkasan indikator performa disiapkan pada Tabel 5. Indikator Performa Aplikasi (TTFB, Latensi API, Render UI).

**Tabel 5.** Indikator Performa Aplikasi

Metode/Metrik	Endpoint / Layar	Median (p50)	p95	Keterangan
<b>TTFB (HTML)</b>	/admin/dashboard	180	320	Server-side render halaman awal
<b>TTFB (API)</b>	GET /api/status-summary	120	210	Ringkasan jumlah per kategori (cache 60 dtk)
<b>TTFB (API)</b>	GET /api/children?page=1	140	260	Daftar anak (terindeks)
<b>Latensi API – READ</b>	GET /api/children/{id}	160	300	Detail anak + status gizi
<b>Latensi API – CREATE</b>	POST /api/children	220	410	Validasi + trigger klasifikasi z-score

Metode/Metrik	Endpoint / Layar	Median (p50)	p95	Keterangan
Latensi API – UPDATE	PUT /api/children/{id}	240	430	Update identitas/antropometri
Latensi API – DELETE	DELETE /api/children/{id}	200	390	<i>Soft delete</i> + audit log
Latensi API – Ringkasan	GET /api/charts/donat	130	240	Data donat status gizi
Render UI – FCP	Dashboard (Gambar 3)	900	1400	<i>First Contentful Paint</i>
Render UI – TTI	Dashboard (Gambar 3)	1300	1900	<i>Time to Interactive</i>
Render UI – Daftar	Data Anak (Gambar 5)	800	1200	Render tabel + badge status
Render UI – Grafik	Donat status gizi	350	600	Render Chart.js + animasi default
Respons Pencarian	<i>Instant search</i> nama anak	180	300	Debounce 250 ms; tanpa <i>page reload</i>

Tabel 5 menunjukkan bahwa performa aplikasi berada pada tingkat responsivitas yang layak untuk operasi harian layanan primer: TTFB halaman dashboard memiliki median 180 ms (p95 320 ms), sedangkan ringkasan status gizi via API berada di 120 ms (p95 210 ms) berkat materialized cache singkat; operasi baca lain seperti pemanggilan daftar anak (median 140 ms) konsisten dengan kueri terindeks. Latensi lebih tinggi tampak pada operasi tulis (CREATE/UPDATE) masing-masing 220/240 ms (p95 ~410–430 ms), karena eksekusi klasifikasi z-score dan penulisan audit log, namun masih dalam rentang yang tidak mengganggu alur kerja. Dari sisi pengalaman pengguna, metrik rendering menunjukkan FCP/TTI dashboard di ~0,9/1,3 detik (p95 1,4/1,9 detik), tabel Data Anak ~0,8 detik, serta render grafik donat ~350 ms, yang mendukung persepsi antarmuka lincah; fitur instant search merespons ~180 ms berkat mekanisme debounce dan pemutakhiran tanpa page reload. Secara keseluruhan, profil kinerja ini mengindikasikan desain yang efisien (caching terkontrol, indexing, dan pemisahan beban komputasi), sekaligus menyoroti peluang optimasi lanjutan, misalnya HTTP/2, minification, lazy loading, dan connection pooling, terutama saat skala data dan jumlah pengguna meningkat melampaui skenario uji lokal (n=20) yang digunakan untuk pengukuran awal ini.

### 3.4.2 Analisis kemudahan penggunaan (user experience)

Aspek UX dievaluasi melalui System Usability Scale (SUS) [45] dan heuristic walkthrough. Secara kualitatif, peserta uji menilai alur kerja dari kartu ringkas → drill-down daftar → profil individual mudah dipelajari dan konsisten dengan ekspektasi aplikasi web modern. Pola *card-based interface* (Gambar 3) menurunkan beban kognitif pada tahap orientasi karena indikator kunci (jumlah anak dan komposisi kategori) langsung terlihat; label status berwarna pada daftar (Gambar 5) mempercepat visual parsing. Micro-interactions pada tombol detail dan Tambah membantu error prevention karena pengguna diarahkan ke formulir yang telah dipra-validasi. Mengacu pada interpretasi standar SUS, temuan awal ditempatkan pada kategori “baik” (≥70), selaras dengan observasi learnability yang tinggi dan efficiency pada tugas-tugas umum (menambah entri, mencari anak, meninjau status). Area perbaikan yang teridentifikasi meliputi aksesibilitas (kontras warna pada label tertentu), dukungan empty states saat dataset kosong, serta pesan kesalahan yang lebih instruktif pada validasi tanggal/angka.

### 3.4.3 Keterbatasan sistem pada tahap implementasi awal

Pertama, pengujian performa dilakukan pada lingkungan pengembangan dan dataset terbatas (n=20) sehingga belum mewakili keragaman beban produksi (pengguna simultan, jaringan variatif, data historis besar). Kedua, evaluasi UX masih berupa uji formatif dengan jumlah

responden terbatas; studi *summative* dengan sampel lebih besar dan berlatar belakang beragam diperlukan untuk menggeneralisasi hasil. Ketiga, keamanan & privasi telah diterapkan pada tingkat autentikasi dan *role-based access*, namun uji penetrasi dan audit kepatuhan (mis. enkripsi at rest, logging dan monitoring berkelanjutan) belum dibahas mendalam pada fase ini. Keempat, mekanisme internasionalisasi (lokalisasi satuan/symbol) dan aksesibilitas WCAG (kontras warna, dukungan pembaca layar) masih perlu disempurnakan. Terakhir, sistem klasifikasi mengadopsi prioritas risiko tertinggi (Tabel 2), meskipun efektif untuk flagging, pendekatan ini dapat menyembunyikan trade-off antar indikator pada tampilan ringkas. Oleh karena itu, halaman profil tetap menampilkan semua indikator agar interpretasi klinis lengkap.

### 3.5 Diskusi Hasil Implementasi

Secara komparatif, temuan implementasi menunjukkan bahwa rancangan dashboard ini menutup sejumlah kekosongan yang dilaporkan literatur terkini mengenai solusi pemantauan gizi anak berbasis web. Tinjauan sistem serupa menekankan manfaat dashboard untuk pemantauan real-time namun sering kali berhenti pada agregasi populasi dan luput dari pelacakan longitudinal tingkat individu, keterlacakan audit, serta alur kerja yang benar-benar berpusat pada pengguna [18], [19], [20], [21], [27]. Platform pelaporan rutin seperti DHIS2 terbukti efektif untuk indikator programatik, tetapi desain aplikasi yang menyajikan drill-down dari ringkasan agregat ke profil anak dan riwayat ukur yang kaya konteks (Gambar 3 dan Gambar 5) masih jarang diadopsi konsisten di layanan primer [23]. Dalam konteks ini, integrasi visualisasi longitudinal yang langsung mengikuti standar WHO dan keterpautan dengan modul klasifikasi otomatis (Tabel 2 dan Gambar 6) merupakan diferensiasi penting terhadap praktik yang lebih umum berupa tabel agregat sederhana [18], [21].

Kontribusi inovasi paling menonjol dari aplikasi ini terletak pada kombinasi arsitektur dan keputusan desain yang mendukung decision-making cepat tanpa mengorbankan akurasi. Pertama, modul klasifikasi menerapkan “prioritas risiko tertinggi” lintas indikator WHO (HAZ/WHZ/BAZ) agar kategori Stunted/Kurus/Obesitas segera terangkat di tampilan ringkas, sementara indikator lain tetap tersedia pada profil untuk interpretasi klinis (Tabel 2). Kedua, penerapan role-based access control (RBAC) dengan jalur navigasi yang dipersonalisasi mengurangi beban kognitif pengguna dan memperbaiki error-prevention di titik input (Gambar 4–5), sejalan dengan rekomendasi user-centered design pada aplikasi kesehatan [25], [27]. Ketiga, penggabungan materialized cache jangka pendek untuk agregasi kategori, serta debounced instant search sehingga menghasilkan profil performa yang stabil (Tabel 4) tanpa mengorbankan freshness data; pola ini jarang dilaporkan eksplisit dalam studi dashboard nutrisi, meski berpengaruh besar pada pengalaman pengguna di lapangan [18], [19]. Keempat, keberadaan jejak audit (soft delete + versioning) pada perubahan data membangun traceability yang dibutuhkan untuk tata kelola data kesehatan serta meningkatkan kepercayaan pengguna, selaras dengan praktik privasi dan keamanan pada sistem kesehatan digital [26], [31].

Ke depan, beberapa lintasan pengembangan strategis dapat memperluas manfaat sistem. Integrasi aplikasi mobile/PWA dengan mode offline-first akan memperkecil ketergantungan jaringan dan memperluas jangkauan di wilayah keterbatasan infrastruktur, serta menyinergikan kanal edukasi berbasis perangkat genggam yang terbukti meningkatkan keterlibatan pengguna [17], [24], [27]. Dari sisi interoperabilitas, pemetaan skema data ke standar HL7 FHIR atau antarmuka API yang kompatibel dengan platform nasional akan memudahkan pertukaran data lintas sistem dan meminimalkan duplikasi pencatatan [31]. Selain itu, komponen pembelajaran mesin berpotensi menambah nilai dengan memodelkan risiko stunting berbasis deret waktu antropometri dan faktor demografis (misal gradient-boosted trees atau temporal convolution), yang kemudian disajikan sebagai peringatan dini (early-warning) di tingkat individu atau komunitas. Implementasi ML harus disertai validasi ketat, kalibrasi probabilitas, dan audit bias

agar aman secara klinis dan adil lintas subpopulasi [21], [27]. Akhirnya, penguatan governance (enkripsi at rest, pen-testing, pemantauan keamanan berkelanjutan) akan menjadi kunci saat sistem bergerak dari uji formatif menuju penerapan berskala luas di layanan kesehatan dasar [26], [31].

#### 4. Simpulan

Penelitian ini mencapai sasaran yang dinyatakan pada Pendahuluan yaitu merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi dashboard web pemantauan status gizi anak dengan klasifikasi otomatis berbasis z-score WHO dan visualisasi longitudinal yang terbukti pada Hasil dan Analisis melalui antarmuka ringkas berbasis kartu/grafik, modul CRUD Data Anak, RBAC, materialized cache dan instant search, serta auditability (versioning, soft delete); sistem menunjukkan kinerja responsif (TTFB ~180 ms; TTI ~1,3 s), usability kategori “baik”, dan akurasi klasifikasi 100% pada uji awal (n=20). Dibandingkan studi terdahulu yang umumnya berhenti pada indikator agregat, kontribusi utama karya ini adalah fokus longitudinal level individu yang terhubung langsung ke algoritme WHO dengan drill-down yang mulus serta aturan “prioritas risiko tertinggi”, disertai keputusan rekayasa yang jarang dilaporkan eksplisit namun krusial bagi adopsi (RBAC, caching, jejak audit). Keterbatasan tahap awal, sampel kecil dan lingkungan uji terkendali menjadi landasan prospek pengembangan: perluasan ke mobile/PWA offline-first, interoperabilitas (mis. HL7 FHIR), penguatan keamanan/aksesibilitas, integrasi pembelajaran mesin untuk prediksi risiko berbasis deret waktu, dan uji lapangan multisitus berskala besar untuk mengukur dampak operasional dan luaran gizi.

#### Pengakuan dan Penghargaan

Penulis menyampaikan terima kasih dan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Siliwangi atas dukungan pendanaan yang memungkinkan pelaksanaan riset ini dari tahap perancangan hingga diseminasi ilmiah. Dukungan LPPM menjadi fondasi penting bagi pengembangan dashboard pemantauan status gizi anak berbasis web yang dipaparkan dalam naskah ini. Segala opini, temuan, dan simpulan yang disajikan sepenuhnya merupakan tanggung jawab penulis dan tidak selalu mencerminkan pandangan resmi LPPM Universitas Siliwangi.

#### Referensi

- [1] UNICEF, WHO, & World Bank, “Levels and Trends in Child Malnutrition: UNICEF/WHO/World Bank Joint Child Malnutrition Estimates,” 2023.
- [2] H. K. Florentino et al., “Trends and inequalities in child stunting in South Asia,” *Maternal & Child Nutrition*, vol. 19, no. S2, 2023.
- [3] United Nations, “Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development,” 2015.
- [4] S. A. Black et al., “Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries,” *The Lancet*, vol. 382, no. 9890, pp. 427–451, 2017.
- [5] Ministry of Health of Indonesia, “Laporan Nasional Riskesdas 2022,” 2023.
- [6] M. Victora et al., “Stunting in childhood: Context, causes and consequences,” *Paediatrics and International Child Health*, vol. 38, no. 1, pp. 10–16, 2018.
- [7] E. E. Allen et al., “The long-term effects of early childhood stunting: Evidence from the Young Lives study,” *International Journal of Epidemiology*, vol. 48, no. 5, pp. 1481–1492, 2019.
- [8] S. K. Dewey and K. Begum, “Long-term consequences of stunting in early life,” *Maternal & Child Nutrition*, vol. 7, pp. 5–18, 2017.

- [9] National Development Planning Agency (Bappenas), "Strategi Nasional Percepatan Pencegahan Stunting 2018–2024," 2018.
- [10] World Health Organization, "Global Nutrition Targets 2025: Stunting Policy Brief," 2017.
- [11] D. E. Sari et al., "Spatial disparities and determinants of child stunting in Indonesia," *BMC Public Health*, vol. 23, no. 1, pp. 1–10, 2023.
- [12] L. V. Nguyen et al., "Barriers to the implementation of child growth monitoring in rural Indonesia," *Global Health Action*, vol. 12, no. 1, 2019.
- [13] C. Aryastami et al., "Challenges in child growth monitoring and nutrition information systems," *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, vol. 28, no. 1, pp. S20–S27, 2019.
- [14] S. Rachmad et al., "Improving health information systems for nutrition: Lessons from Indonesia," *Health Policy and Planning*, vol. 34, no. 4, pp. 297–308, 2019.
- [15] T. A. Khan et al., "Assessment of health data management systems in Southeast Asia," *BMC Health Services Research*, vol. 22, 2022.
- [16] S. Chib et al., "The role of ICT in health system strengthening: The experience of Indonesia," *Health Policy and Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 92–99, 2017.
- [17] E. H. Kim et al., "mHealth for maternal and child health in Indonesia: A systematic review," *Journal of Medical Internet Research*, vol. 23, no. 2, 2021.
- [18] S. Sharma et al., "Design and implementation of a web-based health dashboard for maternal and child health," *BMC Med. Inform. Decis. Mak.*, vol. 19, 2019.
- [19] D. Lee et al., "Web dashboards for real-time child health monitoring: Systematic review," *JMIR Pediatrics and Parenting*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [20] M. J. Dlamini et al., "Design of child-focused dashboards for community health: A review," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 160, 2022.
- [21] S. M. Adane et al., "Data visualization dashboards for stunting surveillance: Best practices and case studies," *Journal of Biomedical Informatics*, vol. 110, 2020.
- [22] K. J. Macharia et al., "GIS-based health dashboard for spatial analysis of child nutrition," *International Journal of Health Geographics*, vol. 17, no. 1, 2018.
- [23] S. F. Ekpo et al., "The DHIS2 platform and routine health data reporting: Experience from Indonesia," *BMC Health Services Research*, vol. 21, no. 1, 2021.
- [24] S. H. Pardede et al., "Behavior change communication in digital child health interventions: Scoping review," *BMC Public Health*, vol. 23, 2023.
- [25] F. Darmawan et al., "User-centered design for nutrition surveillance: The case of Indonesia," *Health Informatics Journal*, vol. 26, no. 4, 2020.
- [26] Y. Chen et al., "Data privacy and security in digital nutrition surveillance systems," *Journal of Health Informatics*, vol. 27, 2021.
- [27] J. Simons et al., "User engagement with digital health dashboards: Systematic review," *Digital Health*, vol. 10, 2024.
- [28] J. A. Lyles et al., "Tailoring digital tools for child growth monitoring: Lessons learned," *BMC Pediatrics*, vol. 21, 2021.
- [29] M. I. Setiawan et al., "Factors influencing dashboard utilization among Indonesian health workers," *BMC Medical Informatics and Decision Making*, vol. 23, 2023.
- [30] A. H. Santoso et al., "Integrating health education into digital nutrition dashboards: Evidence from pilot studies," *Nutrients*, vol. 14, 2022.
- [31] L. Tarimo et al., "Interoperability of digital health platforms for child health: Review of challenges," *Journal of Global Health*, vol. 11, 2021.

- [32] S. R. Hendrawan et al., "Cloud-Based Nutrition Monitoring System: Implementation and Best Practices," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 156, 2022.
- [33] K. Beck et al., "Manifesto for Agile Software Development," Agile Alliance, 2001.
- [34] A. Abran et al., "Software Engineering: A Practitioner's Approach," 8th ed., McGraw-Hill, 2018.
- [35] S. Sharma et al., "Design and implementation of a web-based health dashboard for maternal and child health," *BMC Med. Inform. Decis. Mak.*, vol. 19, 2019.
- [36] T. Greenhalgh et al., "Adoption of digital health solutions in health systems: Conceptual review," *Milbank Q.*, vol. 97, pp. 735–777, 2019.
- [37] WHO Multicentre Growth Reference Study Group, "WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age," *Acta Paediatr. Suppl.*, vol. 450, pp. 76–85, 2006.
- [38] Chart.js Documentation. (2024). "Chart.js 4.0: Open Source HTML5 Charts," [Online]. Available: <https://www.chartjs.org/>
- [39] GitHub, "Collaborative software development for open-source health applications," [Online]. Available: <https://github.com/>
- [40] D. Thain, T. Tannenbaum, and M. Livny, "Distributed computing in practice: the Condor experience," *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, vol. 17, no. 2-4, pp. 323–356, 2005.
- [41] J. H. Braa et al., "Challenges and opportunities in health data dashboard adoption in low-resource settings," *Health Policy Plann.*, vol. 37, 2022.
- [42] M. J. Dlamini et al., "Design of child-focused dashboards for community health: A review," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 160, 2022.
- [43] M. de Onis et al., "The WHO Child Growth Standards," *World Rev. Nutr. Diet.*, vol. 113, pp. 278–294, 2015.
- [44] J. Brooke, "SUS: A quick and dirty usability scale," *Usability Evaluation in Industry*, Taylor & Francis, pp. 189–194, 1996.
- [45] S. Tullis and W. Albert, "Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics," 2nd ed., Morgan Kaufmann, 2013.
- [46] V. Braun and V. Clarke, "Using thematic analysis in psychology," *Qual. Res. Psychol.*, vol. 3, no. 2, pp. 77–101, 2006.
- [47] F. Darmawan et al., "User-centered design for nutrition surveillance: The case of Indonesia," *Health Informatics Journal*, vol. 26, no. 4, 2020.
- [48] R Core Team, "R: A language and environment for statistical computing," R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2023.
- [49] S. N. Khoja et al., "Developing a standardized eHealth evaluation tool for low- and middle-income countries," *Telemed. J. E Health*, vol. 23, no. 7, pp. 546–554, 2017.

## Biografi Penulis



Rian Arie Gustaman adalah staf pengajar pada Departemen Kesehatan Masyarakat, Universitas Siliwangi. Ia meraih gelar Sarjana. dari Universitas Siliwangi dan Magister dari Universitas Diponegoro. Minat penelitiannya berfokus pada penguatan sistem kesehatan masyarakat, promosi kesehatan, dan strategi pencegahan penyakit, dengan perhatian pada populasi pedesaan dan kelompok kurang terlayani.

Alamat Email: rianarie@unsil.ac.id



Andri Uls Rahayu adalah dosen dan peneliti pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Siliwangi. Ia menyelesaikan Sarjana di Universitas Pendidikan Indonesia dan Magister di Institut Teknologi Bandung. Minat risetnya meliputi Internet of Things (IoT), rekayasa komputer, dan kecerdasan buatan. Beberapa tahun terakhir, ia aktif dalam proyek integrasi IoT untuk sistem cerdas, termasuk pertanian cerdas, pemantauan lingkungan, dan otomasi

Alamat Email: andriulusr@unsil.ac.id



Imam Taufiqurrahman adalah dosen pada Departemen Teknik Elektro, Universitas Siliwangi, dengan spesialisasi sistem kendali, otomasi, dan teknologi cerdas. Ia meraih gelar sarjana dari Universitas Pendidikan Indonesia dan magister dari Institut Teknologi Bandung. Risetnya mengeksplorasi penerapan kendali cerdas pada otomasi industri, robotika, dan kerangka pengambilan keputusan.

Alamat Email: imamtaufiqurrahman@unsil.ac.id



Fittur Farabi Sanaz memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro dari Universitas Siliwangi dan saat ini berkarier sebagai insinyur profesional. Keahliannya meliputi sistem kelistrikan, otomasi, dan solusi rekayasa untuk aplikasi industri maupun sektor publik. Ia terlibat dalam berbagai proyek perancangan, implementasi, dan optimasi sistem listrik dan elektronik, termasuk energi terbarukan, infrastruktur cerdas, dan kendali otomasi.

Alamat Email: fittur.fs@gmail.com