

Rancang Bangun Antropometri Kit Berbasis IoT Terintegrasi dengan Sistem Analisis Tumbuh Kembang Anak untuk Pencegahan Stunting

Noer Fajrin^{1*}, Ian Josef Matheus Edward², Pingkan Aditiawati³

¹Politeknik Manufaktur Bandung, Jl. Kanayakan No.21, Dago, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia (022)2500241

^{2,3}Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesa No.10, Lb. Siliwangi, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia, (022)2500935

noer.fajrin@polman-bandung.ac.id¹, ian@stei.itb.ac.id², pingkan@sith.itb.ac.id³

Article Info

Article history:

Diterima: 13 Juli 2025

Direvisi: 10 Desember 2025

Diterima: 20 Februari 2026

Diterbitkan: Maret 2026

Keywords:

Stunting;

Antropometri Kit;

Monitoring Tumbuh Kembang
Anak;

IoT;

ABSTRAK

Masalah *stunting* masih menjadi isu serius di Indonesia karena berdampak jangka panjang terhadap kesehatan, perkembangan kognitif, dan produktivitas anak di masa depan. Berdasarkan data UNICEF dan WHO tahun 2022, Indonesia menempati peringkat ke-27 dari 154 negara dengan prevalensi *stunting* tinggi, serta peringkat ke-5 di Asia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan Antropometri Kit berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan sistem analisis tumbuh kembang anak guna mendukung upaya pencegahan *stunting*. Sistem yang dikembangkan terdiri dari perangkat keras berupa timbangan dan infantometer digital, aplikasi *mobile*, serta *dashboard* pemantauan. Data hasil pengukuran dikirim melalui koneksi *Bluetooth Low Energy* ke aplikasi *mobile*, diteruskan ke server, dan dianalisis menggunakan rumus *Z-score* untuk menentukan status gizi anak. Penelitian dilakukan melalui survei kebutuhan, perancangan sistem, dan pengujian di laboratorium serta lapangan di Kabupaten Sumedang dan Kabupaten Tasikmalaya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengukur dan menganalisis data antropometri dengan baik, serta mengategorikan status gizi anak secara otomatis. Performa aplikasi stabil hingga 1000 pengguna, meskipun terjadi peningkatan *request failure* pada beban di atas 1000 pengguna. Pengujian keamanan menunjukkan bahwa sistem berhasil menolak upaya *login* tidak sah (peretasan) melalui mekanisme autentikasi berbasis *payload*. Sistem ini terbukti efektif dalam mendukung proses pemantauan tumbuh kembang anak secara digital dan efisien.

Corresponding Author:

Noer Fajrin,

Politeknik Manufaktur Bandung, Jl. Kanayakan No.21, Dago, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia (022)2500241

noer.fajrin@polman-bandung.ac.id.

1. PENDAHULUAN

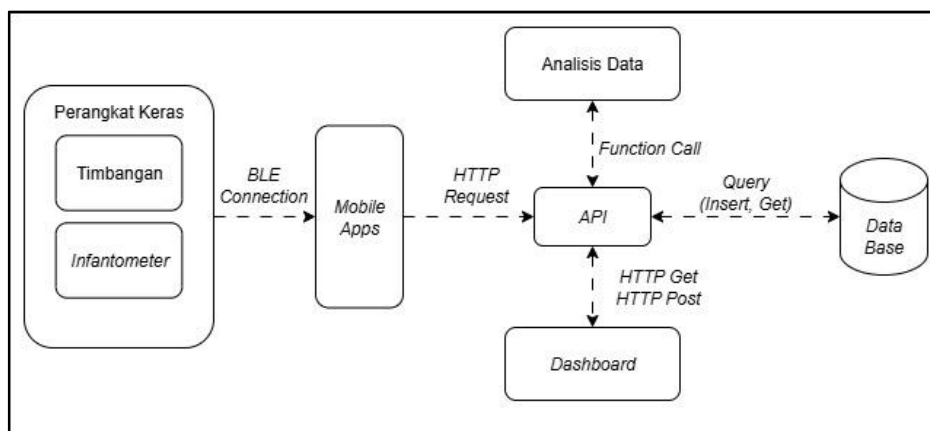
Stunting merupakan gangguan pertumbuhan fisik yang disebabkan oleh ketidakseimbangan asupan gizi, terutama kekurangan mikronutrien dan makronutrien tertentu yang berdampak pada pertumbuhan fisik dan perkembangan mental anak [1] [2]. *World Health Organization* (WHO) mendefinisikan *stunting* sebagai panjang atau tinggi badan menurut umur dengan *z-score* di bawah -2 SD (Standar Deviasi) [3]. Di Indonesia, masalah ini masih menjadi perhatian serius karena dapat menimbulkan dampak jangka panjang terhadap kesehatan, perkembangan kognitif, dan produktivitas di masa dewasa [4]. Data UNICEF dan WHO tahun 2022 menunjukkan bahwa Indonesia menempati urutan ke-27 dari 154 negara dengan angka *stunting* tinggi, serta urutan ke-5 di Asia [5]. Oleh karena itu, periode 1000 hari pertama kehidupan menjadi fase penting dalam upaya pencegahan [6]. Pemerintah menargetkan penurunan prevalensi *stunting* menjadi 14% pada tahun 2024, dari angka 24,4% di tahun 2021 [7]. Melalui berbagai intervensi seperti pengukuran status gizi dengan PB/U dan TB/U [8]. Pemberian tablet tambah darah, makanan tambahan untuk ibu hamil dan balita, serta penggunaan aplikasi e-Kohort KIA dan e-PPGBM untuk pencatatan dan pemantauan status gizi [9] [10] [11].

Sejalan dengan program pemerintah dalam pencegahan *stunting*, berbagai penelitian untuk mendukung pencegahan *stunting* telah dilakukan. Beberapa penelitian alat ukur antropometri digital berbasis sensor, seperti sistem pengukuran berat dan panjang badan menggunakan ESP32 dan MySQL, aplikasi berbasis web untuk pemantauan pertumbuhan anak, serta penggunaan infantometer portabel [12] [13] [14]. Inovasi lainnya termasuk sistem pengukur tinggi badan dengan *image processing*, dan stadiometer digital berbasis potensiometer yang dirancang untuk mendeteksi gejala *stunting* pada anak usia 2–5 tahun [15] [16]. Namun, dari kelima penelitian tersebut belum ditemukan adanya pengembangan Antropometri Kit berbasis IoT yang mengintegrasikan timbangan dan infantometer dalam satu perangkat terpadu, serta mampu secara otomatis mengirimkan data hasil pengukuran ke dalam *database* terpusat untuk dianalisis melalui sistem analisis tumbuh kembang anak. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian dan pengembangan Antropometri Kit Berbasis IoT yang terintegrasi dengan sistem analisis, sebagai solusi yang mampu melakukan pengukuran secara efisien, menyimpan dan menganalisis data secara langsung untuk mendukung upaya pencegahan *stunting* secara lebih terukur dan tepat sasaran.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Diagram Blok Sistem

Gambar blok diagram berikut menunjukkan alur proses sistem yang dirancang. Hal ini bertujuan untuk menunjukkan secara garis besar bagaimana cara kerja dari sistem yang dirancang.

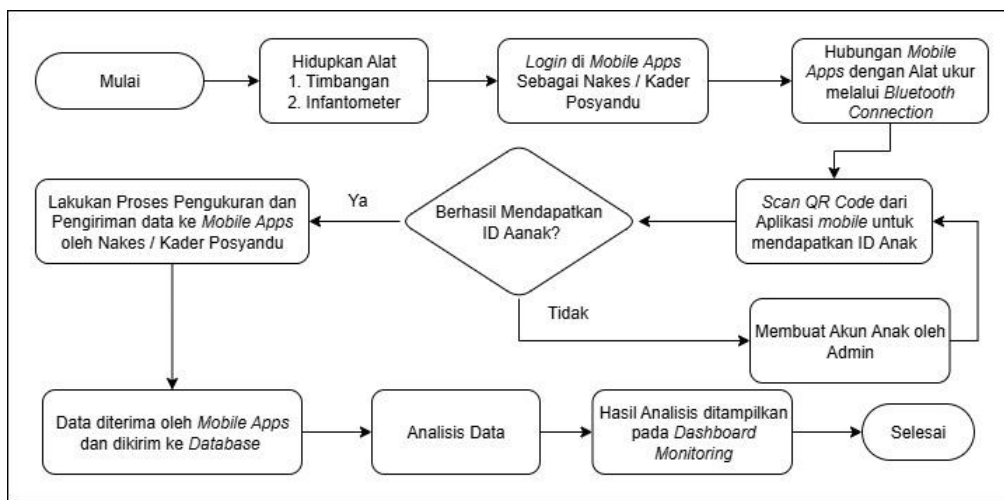


Gambar 1. Diagram blok sistem.

Gambar 1. Diagram Blok Sistem menunjukkan secara detail sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi, mulai dari perangkat keras hingga *dashboard*. Perangkat keras mencakup timbangan dan infantometer yang digunakan oleh petugas posyandu atau tenaga kesehatan untuk mengukur berat dan panjang badan bayi atau anak. Hasil pengukuran ini kemudian dikirimkan secara nirkabel ke aplikasi *mobile* melalui koneksi *Bluetooth Low Energy* (BLE). Selanjutnya, aplikasi *mobile* akan mengirim data tersebut ke server melalui HTTP request.

Data yang diterima oleh server akan diproses oleh *Application Programming Interface* (API), yang bertanggung jawab untuk menyimpan data ke dalam *database* serta memanggil modul analisis data untuk menghitung status tumbuh kembang anak berdasarkan data yang masuk. Hasil dari proses analisis ini kemudian bisa diakses melalui *dashboard monitoring* yang menampilkan informasi dalam bentuk grafik dan visualisasi lainnya, sehingga memudahkan tenaga kesehatan dalam memantau perkembangan anak secara lebih efisien dan informatif.

2.2. Diagram Alir Fungsional



Gambar 2. Diagram alir fungsional.

Diagram Alir Fungsional menjelaskan fungsi sistem ini dimulai dari langkah awal berupa pengaktifan timbangan dan infantometer seperti yang terlihat pada Gambar 2. Setelah alat dihidupkan, petugas posyandu atau tenaga kesehatan melakukan *login* ke aplikasi *mobile* sebagai pengguna resmi. Selanjutnya, mereka menghubungkan alat ukur ke aplikasi melalui koneksi *bluetooth*. Tahapan berikutnya adalah proses identifikasi anak. Jika anak sudah terdaftar, petugas dapat langsung memindai ID atau *QR Code* menggunakan aplikasi *mobile*. Namun jika anak belum memiliki ID, maka sistem akan meminta pembuatan akun anak oleh admin terlebih dahulu. Setelah proses identifikasi berhasil, petugas diarahkan ke halaman pengukuran di dalam aplikasi, akan ditampilkan identitas anak beserta *form* pengukuran. Proses pengukuran dan pengiriman data dilakukan oleh petugas, dan data yang dikirim akan diterima oleh aplikasi serta langsung dikirim ke *database* server.

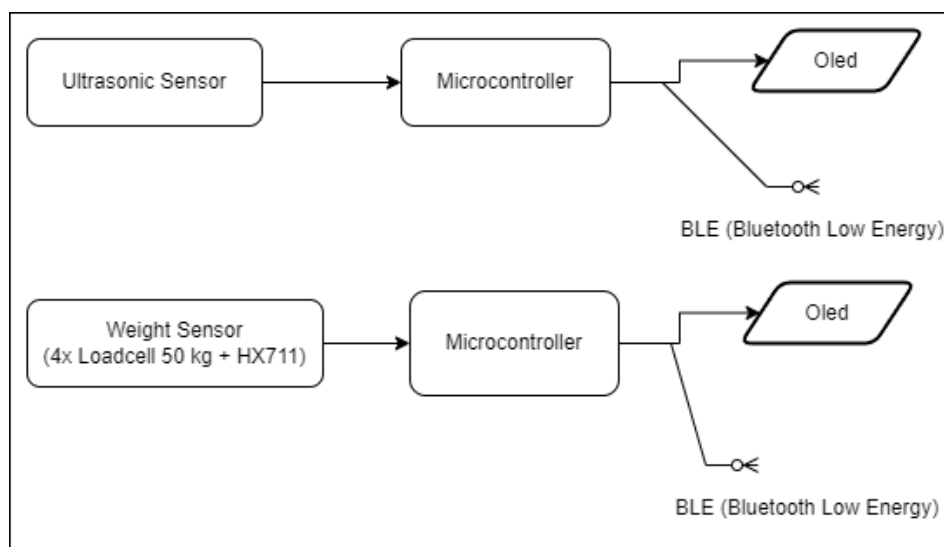
Data yang berhasil masuk akan diolah melalui proses analisis, termasuk perhitungan dan klasifikasi *z-score* untuk menggambarkan status gizi anak berdasarkan hasil pengukuran. Hasil analisis ini kemudian ditampilkan secara visual melalui *dashboard monitoring* berbasis web, sehingga dapat diakses dan dipantau dengan mudah. Secara keseluruhan, sistem ini memungkinkan petugas kesehatan untuk bekerja secara lebih efisien dan akurat dalam mengukur, mencatat, dan menganalisis kondisi kesehatan anak. Dengan dukungan teknologi ini, proses pemantauan tumbuh kembang anak menjadi lebih terstruktur dan data yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam upaya pencegahan dan penanganan masalah gizi anak.

2.3. Perancangan

Perancangan dilakukan setelah melalui proses studi literatur dan penentuan spesifikasi prototipe. Pada tahapan ini dilakukan perancangan perangkat keras, dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari infantometer, dan Timbangan Digital, yang disebut sebagai Antropometri Kit. Perangkat lunak terdiri dari *Mobile Apps*, *Dashboard Monitoring*, dan server.

2.3.1 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang dirancang adalah timbangan digital, dan Infantometer. Perancangan meliputi skema rangkaian, blok diagram, *3D model* dan spesifikasi perangkat. Hal pertama yang dilakukan dalam perancangan perangkat keras dengan membuat blok diagram, blok diagram pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.

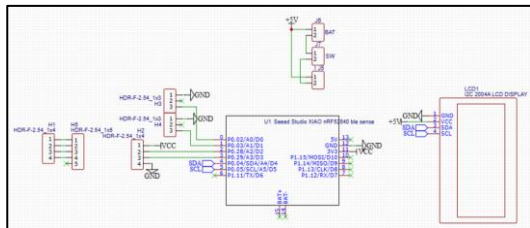


Gambar 3. Blok diagram.

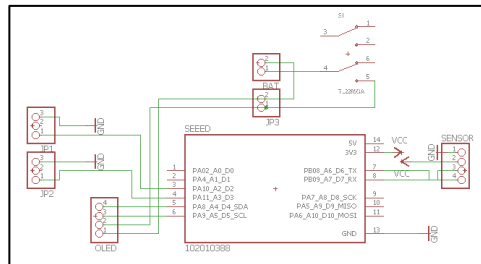
Gambar 3, menggambarkan dua sistem sensor terpisah yang terhubung dengan mikrokontroler dan menampilkan data ke layar OLED serta berkomunikasi melalui *Bluetooth Low Energy* (BLE). Sistem pertama adalah sistem yang digunakan untuk infantometer, sistem ini menggunakan sensor ultrasonik yang mengukur jarak ke objek dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan mendeteksi waktu yang dibutuhkan gelombang tersebut untuk memantul kembali. Data jarak yang diterima oleh mikrokontroler diproses dan ditampilkan pada layar OLED. Selain itu, mikrokontroler mengirimkan data jarak secara nirkabel melalui BLE, memungkinkan informasi diakses oleh perangkat lain seperti *smartphone* atau komputer.

Sistem kedua adalah timbangan digital, sistem ini menggunakan sensor berat yang terdiri dari empat *load cell*, masing-masing mampu mengukur hingga 50 kg, yang terhubung dengan *amplifier* HX711. *Load cell* mengukur berat dengan mengonversi gaya mekanik menjadi sinyal listrik, yang kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk menghitung pengukuran berat. Hasil pengukuran berat ditampilkan pada layar OLED untuk pembacaan langsung, dan data tersebut juga dikirimkan secara nirkabel melalui BLE, memungkinkan akses oleh perangkat lain yang mendukung *bluetooth*. Kedua sistem ini dirancang untuk menyediakan tampilan data secara *real-time* dan transmisi data nirkabel, memberikan pemantauan jarak dan berat yang fleksibel dan nyaman.

Setelah pembuatan blok diagram dilanjutkan dengan membuat skema rangkaian, hasil dari perancangan skema rangkaian ditunjukkan Gambar 4, Skema rangkaian timbangan digital, serta Gambar 5. Skema rangkaian infantometer.

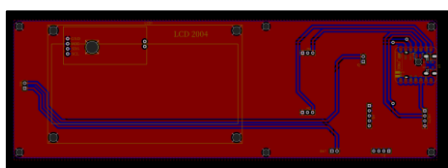


Gambar 4. Skema rangkaian timbangan digital.

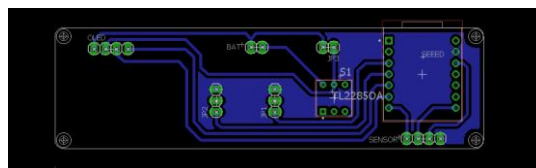


Gambar 5. Skema rangkaian infantometer.

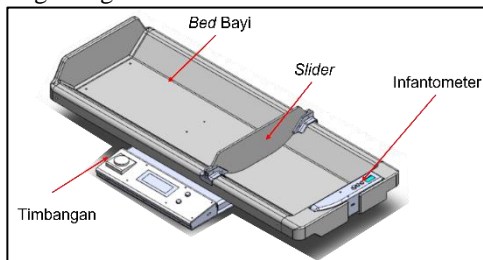
Setelah pembuatan skema rangkaian, dilanjutkan dengan desain PCB, hasil rancangan PCB yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi dua, PCB untuk timbangan digital, dan PCB untuk infantometer, hasil dari rancangan PCB ditunjukkan Gambar 6. Desain PCB Timbangan Digital dan Gambar 7. Desain PCB Infantometer.



Gambar 6. Desain PCB timbangan digital.



Gambar 7. Desain PCB infantometer.



Gambar 8. Antropometri kit digital.

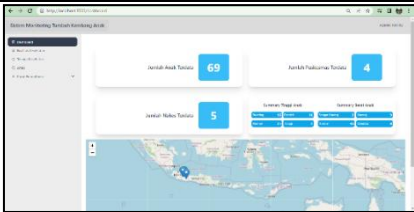
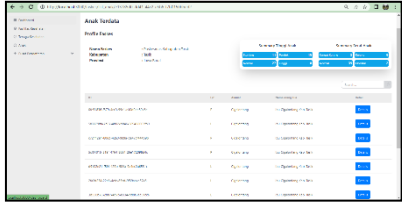
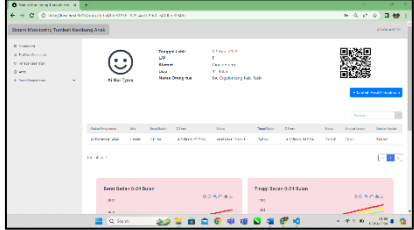
Gambar 8. Antropometri kit digital merupakan gambar ketika seluruh antropometri terpasang dan saling terintegrasi. Ketika Infantometer, dan slider sudah terpasang pada bed bayi, saat itu pengukuran panjang badan dapat dilakukan. Begitu juga dengan pengukuran berat badan dapat dilakukan ketika anak sedang berbaring.

2.3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak terbagi menjadi dua, yaitu perancangan *mobile apps* dan *dashboard monitoring*. Perancangan ini terdiri dari perancangan tampilan dan spesifikasi perangkat lunak, hasil dari perancangan perangkat lunak dapat dilihat pada Tabel 1. Spesifikasi dan Desain Perangkat Lunak

Tabel 1. Spesifikasi dan desain perangkat lunak.

Nama	Deskripsi	Desain Perangkat Lunak
Tipe	<i>Mobile Apps</i>	<p>Perancangan <i>Mobile Apps</i></p>
Page	<i>Login, Scan QR Code, Connection, Monitoring.</i>	
Fungsi	Menerima data dari Antropometri Kit, Mengirim data ke <i>data base</i> .	
Required OS	Android 6.0 and Up	
Ram	Min 2 GB	
Storage	3D GB	
Tipe	<i>Web Base Application</i>	

Nama	Deskripsi	Desain Perangkat Lunak
Page	<i>Login, Monitoring, Registration, analysys</i>	
Fungsi	Analisis Hasil Pengukuran, Pusat <i>Monitoring</i> dan Pusat Pendaftaran Akun	<i>Monitoring Nasional</i> 
Role	Super Admin Admin Nakes Orang Tua Anak	<i>Monitoring Kabupaten</i> 
Super Admin	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Create Akun Admin</i> • <i>Create Akun Orang Tua</i> • <i>Create Akun Anak</i> • <i>Monitoring Nasional</i> 	
Admin	<i>Monitoring Kabupaten</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Create Akun Admin</i> • <i>Create Akun Orang Tua</i> • <i>Create Akun Anak</i> 	
Nakes	<i>Monitoring Kabupaten</i> Pengukuran dan Pengiriman data	<i>Monitoring Individu</i>
Orang Tua	<i>Monitoring</i> Tumbuh Kembang Anak (<i>Monitoring</i> per Individu Anak, lengkap dengan Analisis Pertumbuhan Anak)	


3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan perancangan, dilanjutkan dengan melakukan pengujian, mulai dari pengujian perangkat Antropometri Kit, pengujian fungsional, pengujian lapangan, dan pengujian kinerja serta keamanan sistem.

3.1 Hasil Pengujian Fungsional Sistem

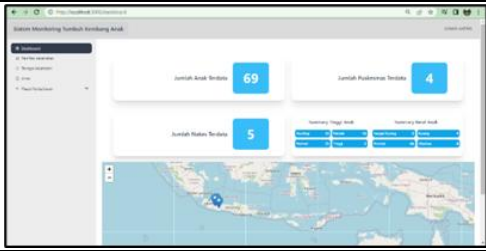
Pengujian sistem dilakukan melalui uji fungsional pada *mobile apps* dan *website* untuk memastikan seluruh fitur bekerja sesuai kebutuhan. Pengujian mencakup pemindaian *QR code*, pencarian dan koneksi perangkat, *login*, serta proses pengukuran dan pengiriman data. Seluruh fungsi dinyatakan berjalan dengan baik tanpa hambatan. Alur koneksi sistem terdiri dari dua tahap. Tahap 1, perangkat keras mengirimkan data ke *mobile apps* melalui *bluetooth*, kemudian *mobile apps* meneruskan data tersebut ke *database* menggunakan protokol HTTP untuk penyimpanan dan pengolahan lebih lanjut.

Tabel 2. Uji fungsi *mobile Apps*.

Gambar	Keterangan
	<i>Scan Qr Code</i> : Berfungsi
	<i>Searching Device</i> : Berfungsi
	<i>Connect Device</i> : Berfungsi
	<i>Login</i> : Berfungsi
	Pengukuran dan Pengiriman data : Berfungsi

Berdasarkan Tabel 2. Uji Fungsi *Mobile Apps* hasil dari pengujian ini adalah seluruh fitur yang terdapat pada *mobile apps* dapat berfungsi dan dapat terintegrasi dengan Antropometri Kit.

Tabel 2. Hasil uji fungsional *website*

Gambar	Keterangan
	<i>Login Page</i> : Berfungsi
	<i>Dashboard Monitoring</i> : Berfungsi
	<i>List Fasilitas</i> : Berfungsi
	<i>List Tenaga Kesehatan</i> : Berfungsi
	<i>List Anak</i> : Berfungsi
	<i>Page Registration</i> : Berfungsi
	<i>Page Detail Kabupaten</i> : Berfungsi
	<i>Page Analisis Tumbuh kembang anak</i> : Berfungsi

Tabel 3. Hasil Uji Fungsional *Website* merupakan hasil pengujian fungsional dari *website* yang dibuat, seluruh fungsi yang terdapat pada *website* dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan perancangan.

3.2 Hasil Pengujian Lapangan

Alat Antropometri Kit ini, selain diuji pada skala laboratorium, juga telah melalui pengujian lapangan yang dilaksanakan di Kabupaten Sumedang (Kecamatan Rancakalong) serta Kabupaten Tasikmalaya (Kecamatan Cigalontang). Pengujian lapangan dilakukan untuk memastikan alat berfungsi dengan baik pada kondisi penggunaan nyata.


Alat ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu *base* timbangan, *bed* bayi, infantometer, dan pita LILA. Pada anak yang sudah mampu berdiri, penimbangan dan pengukuran tinggi badan dilakukan dalam posisi berdiri. Sementara itu, untuk anak yang belum bisa berdiri, proses pengukuran dilakukan dalam posisi berbaring menggunakan *bed* bayi dan infantometer. Dengan konfigurasi tersebut, Antropometri Kit mampu melakukan pengukuran secara akurat pada kedua kondisi, baik berdiri maupun berbaring.

Tabel 3. Pengujian di Kecamatan Rancakalong Kabupaten Sumedang.

Foto	Kegiatan
	Pengukuran di Posyandu di dampingi oleh Tenaga Kesehatan dari Puskesmas
	Sosialisasi Penggunaan Alat Antropometri Kit, <i>Mobile Apps</i> dan <i>Website</i>

Tabel 4. Pengujian di Kecamatan Rancakalong Kabupaten Sumedang merupakan dokumentasi kegiatan pengujian dan sosialisasi. Selanjutnya Alat dan sistem yang dibuat pada penelitian ini juga di lakukan pengujian di Kabupaten Tasik.

Tabel 4. Pengujian di Kecamatan Cigalontang Kabupaten Tasik.

Foto	Kegiatan
	Sosialisasi Penggunaan Alat Antropometri Kit kepada Kader Posyandu
	Pengujian dan pengukuran

Tabel 5. Pengujian di Kecamatan Cigalontang Kabupaten Tasik merupakan dokumentasi selama pengujian, seperti di Kabupaten Sumedang, pengujian di Kabupaten Tasik juga merupakan pengujian yang melibatkan kader posyandu dan tenaga kesehatan setempat.

Tabel 6. Hasil Pengukuran di Kecamatan Rancakalong dan Kecamatan Cigalontang, ini menyajikan hasil pengukuran status gizi balita yang dilakukan di dua lokasi, yaitu Kecamatan Rancakalong (Kabupaten Sumedang) dan Kecamatan Cigalontang (Kabupaten Tasikmalaya). Data yang ditampilkan mencakup informasi mengenai jenis kelamin, tanggal lahir, berat badan, tinggi badan, lingkaran kepala, dan lingkaran lengan, serta status gizi berdasarkan berat badan dan tinggi badan. Pengukuran ini merupakan bagian dari kegiatan pemantauan pertumbuhan anak yang melibatkan kader posyandu dan tenaga kesehatan setempat. Tujuannya adalah untuk memperoleh gambaran kondisi gizi anak secara aktual di masing-masing wilayah, sebagai dasar perencanaan intervensi dan kebijakan perbaikan gizi anak.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Kecamatan Rancakalong dan Kecamatan Cigalontang.

No	Gender	Tanggal Lahir	Berat Badan (kg)	Status BB	Tinggi Badan (cm)	Status TB	Alamat
1	P	2023-03-26	6.24	Berat Badan Normal	64.5	Normal	Rancakalong
2	L	2021-02-08	12.27	Berat Badan Normal	86	Normal	Rancakalong
3	P	2021-07-15	5.5	Berat Badan Sangat Kurang	64.9	Sangat Pendek	Rancakalong
4	P	2021-09-04	10.55	Berat Badan Normal	79.3	Pendek	Rancakalong
5	P	2023-04-22	7.94	Berat Badan Normal	70.3	Normal	Cigalontang
6	L	2023-02-06	8.5	Berat Badan Normal	69.4	Normal	Cigalontang
7	P	2021-10-28	9.6	Berat Badan Normal	79.6	Normal	Cigalontang
8	P	2023-07-28	5.59	Berat Badan Normal	64.8	Normal	Cigalontang

No	Gender	Tanggal Lahir	Berat Badan (kg)	Status BB	Tinggi Badan (cm)	Status TB	Alamat
9	L	2022-09-12	9.7	Berat Badan Normal	71.7	Pendek	Cigalontang
10	L	2022-02-23	9.12	Berat Badan Kurang	77.2	Pendek	Cigalontang
11	L	2022-01-28	10.8	Berat Badan Normal	81.3	Normal	Cigalontang
12	L	2021-08-13	10.6	Berat Badan Normal	83.5	Normal	Cigalontang
13	L	2023-06-13	7.25	Berat Badan Normal	65.9	Normal	Cigalontang
14	L	2023-04-10	8.91	Berat Badan Normal	70.9	Normal	Cigalontang
15	L	2023-04-24	8.22	Berat Badan Normal	69.5	Normal	Cigalontang
16	L	2023-01-26	10.6	Risiko Berat Badan Lebih	72.4	Normal	Cigalontang
17	L	2022-02-28	12.9	Berat Badan Normal	87.14	Normal	Cigalontang
18	P	2022-02-07	8.1	Berat Badan Kurang	75.4	Pendek	Cigalontang

Rumus yang digunakan untuk penentuan status Berat Badan (BB) dan Status Tinggi Badan (TB) Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2020 Tentang Standar Antropometri Anak [8].

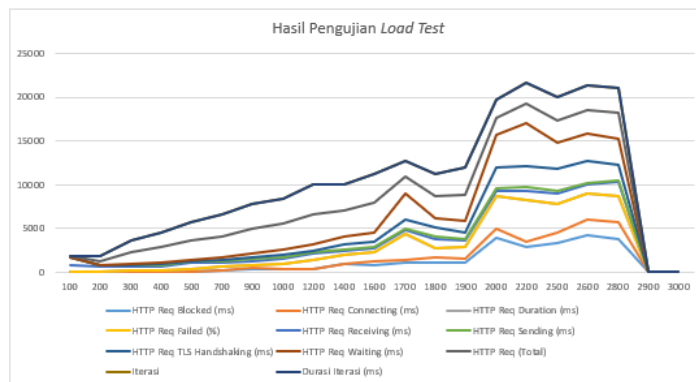
Tabel 6. *Z-Score* [8].

Indeks	<i>Z-Score</i>	Kategori
BB/U	$< -3 \text{ SD}$	Berat Badan Sangat Kurang (Gizi Buruk)
	$-3 \leq Z < -2 \text{ SD}$	Berat Badan Kurang (Gizi Kurang)
	$-2 \leq Z \leq +1 \text{ SD}$	Berat Badan Normal
	$+1 < Z \leq +2 \text{ SD}$	Risiko Berat Badan Lebih
	$Z > +2 \text{ SD}$	Berat Badan Lebih (Gizi Lebih)
TB/U	$< -3 \text{ SD}$	Sangat Pendek (<i>Severe Stunting</i>)
	$-3 \leq Z < -2 \text{ SD}$	Pendek (<i>Stunting</i>)
	$-2 \leq Z \leq +3 \text{ SD}$	Tinggi Badan Normal
	$Z > +3 \text{ SD}$	Tinggi (<i>Unusually Tall</i>)

Tabel 7. *Z-Score*, tabel ini digunakan sebagai acuan dalam penyusunan rumus pada aplikasi analisis tumbuh kembang anak. Aplikasi dapat menampilkan hasil analisis dalam bentuk antarmuka pengguna yang menarik dan informatif, menyerupai tampilan KMS Digital. Lihat Gambar 9. Gambar ini menunjukkan tampilan antarmuka hasil analisis tumbuh kembang anak yang telah dikembangkan dalam bentuk *website*, dengan visualisasi data yang memudahkan pemantauan status gizi dan pertumbuhan anak.

3.3 Hasil Pengujian Kinerja dan Keamanan Perangkat Lunak

Pengujian kinerja sistem dan keamanan perangkat lunak dilakukan dengan pengujian *load test* dan pengujian *login* dengan K6. Pengujian *load test* dilakukan dengan percobaan mengakses jaringan dengan lebih dari 1000 *user* secara bersamaan.

Gambar 1. Hasil pengujian *load test*.

Gambar 10. terdapat sumbu x dan y, sumbu x pada grafik ini adalah jumlah *Virtual User* mulai dari 10 sampai 3000 *user*. Dapat disimpulkan bahwa performa aplikasi secara umum stabil dan dapat menangani beban yang tinggi. Namun, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, ketika tingkat beban yang tinggi (di atas 1000 pengguna), persentase *HTTP Request Failed* meningkat. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti *bandwidth* yang tidak memadai atau server yang *overload*. Pada tingkat beban yang sangat tinggi (di atas 2500 pengguna), dan waktu total yang diperlukan untuk menyelesaikan satu *request* HTTP meningkat secara signifikan. Setelah melakukan pengujian *load test* dilanjutkan dengan pengujian keamanan dengan melakukan percobaan *login* dengan K6, berikut adalah hasil pengujian *login* dengan *username* dan *password* yang sesuai dengan *database*.

```

HP@DESKTOP-BQTEFDI MINGW64 ~/Documents/ITB/ITB/2024 Semester 4/securityTest
$ k6 run logintest.js

      M K6 .io
      |  |  |
      |  |  |
      |  |  |

ERROR[0000] The moduleSpecifier "logintest.js" couldn't be found on local disk. Make sure that you've specified the
right path to the file. If you're running k6 using the Docker image make sure you have mounted the local direct
ory (-v /local/path/:/inside/docker/path) containing your script and modules so that they're accessible by k6 fro
m inside of the container, see https://k6.io/docs/using-k6/modules#using-local-modules-with-docker.

```

Gambar 11. *Login test*.

Gambar 11. Menunjukkan hasil percobaan *login* yang gagal, karena sistem ini dibuat dengan proses autentikasi, ketika *login* dengan akun yang sesuai akan terdapat *SignInPayload* yang dijadikan parameter, dan dikirim ke *end point login*, selama tidak memiliki *SignInPayload* percobaan *login* dengan akun yang benar, tidak akan bisa masuk.

4. KESIMPULAN

Luaran dari penelitian sistem digitalisasi Antropometri Kit untuk analisis tumbuh kembang anak dalam upaya pencegahan *stunting* ini telah berhasil menciptakan perangkat Antropometri Kit yang terintegrasi dengan sistem analisis tumbuh kembang anak. Sistem ini mampu mengurangi kesalahan dalam pencatatan hasil pengukuran, karena data diperoleh secara langsung dari perangkat Antropometri Kit yang terhubung ke aplikasi *mobile* melalui koneksi *bluetooth*. Data yang dikirim secara otomatis ke *database* aplikasi kemudian dianalisis status gizinya berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2020, yang menetapkan penggunaan indeks Panjang Badan/Tinggi Badan menurut Umur (PB/U atau TB/U) untuk mengidentifikasi anak pendek atau sangat pendek akibat kekurangan gizi kronis. Pengujian sistem dilakukan di dua lokasi lapangan, yaitu Kecamatan Rancakalong (Kabupaten Sumedang) dan Kecamatan Cigalontang (Kabupaten Tasikmalaya), serta dilengkapi dengan uji laboratorium.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengukur dan menganalisis data antropometri dengan baik, serta secara otomatis mengategorikan status gizi anak berdasarkan *Z-score*. Performa aplikasi terbukti stabil hingga 1000 pengguna, namun terjadi peningkatan *request failure* pada beban di atas 1000 pengguna, yang mengindikasikan perlunya optimalisasi lebih lanjut pada sisi server atau jaringan. Pada sisi keamanan, pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil menolak upaya *login* tidak sah (peretasan) melalui mekanisme autentikasi berbasis *payload*. Secara keseluruhan, sistem ini efektif dan efisien dalam mendukung proses pemantauan tumbuh kembang anak secara digital dan berkontribusi pada upaya pencegahan *stunting* yang lebih terukur dan tepat sasaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT. Kreasi Rekayasa Indonesia yang telah memfasilitas penelitian ini melalui program MF Kedaireka Tahun 2023.

REFERENSI

- [1] G. Apriluana dan S. Fikawati, “Analisis Faktor-Faktor Risiko terhadap Kejadian Stunting pada Balita (0-59 Bulan) di Negara Berkembang dan Asia Tenggara,” *Media Litbangkes*, vol. 28, no. 4, pp. 247 -256, 2018.
- [2] P. Anindita dan e. a. , “Hubungan Tingkat Pendidikan Ibu, Pendapatan Keluarga, Kecukupan Protein & Zinc Dengan Stunting (Pendek) Pada Balita Usia 6 – 35 Bulan di Ecamatan Tembalang Kota Semarang,” *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 1, no. 2, pp. 617-626, 2012.
- [3] R. R. P. Loya dan N. , “Pola Asuh Pemberian Makan Pada Balitastunting Usia 6 – 12 Bulan di Kabupaten Sumba Tengah Nusa Tenggara Timur,” *Journal of Nutrition College*, vol. 6, no. 1, pp. 83-95, 2017.
- [4] United Nations Children’s Fund, “Situasi Anak di Indonesia – Tren, Peluang, dan Tantangan Dalam,” Jakarta, 2020.
- [5] M. Alam, “Perlu Terobosan dan Intervensi Tepat Sasaran Lintas Sektor untuk Atasi Stunting,” www.kemenkopmk.go.id, 21 July 2023. [Online]. Available: <https://www.kemenkopmk.go.id/perlu-terobosan-dan-intervensi-tepat-sasaran-lintas-sektor-untuk-atasi-stunting>. [Diakses 2 January 2024].
- [6] Humas BKKBN, “Cegah Stunting di 1000 Hari Pertama Kehidupan,” www.bkkbn.go.id, 27 July 2022. [Online]. Available: <https://www.bkkbn.go.id/berita-cegah-stunting-di-1000-hari-pertama-kehidupan>. [Diakses 2 January 2024].
- [7] Humas Sekretariat Kabinet RI, “Inilah Upaya Pemerintah Capai Target Prevalensi Stunting 14% di Tahun 2024,” 11 January 2022. [Online]. Available: <https://setkab.go.id/inilah-upaya-pemerintah-capai-target-prevalensi-stunting-14-di-tahun-2024/>. [Diakses 24 April 2024].
- [8] Kementerian Kesehatan, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2020 Tentang Standar Antropometri Anak, Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020.
- [9] Astarari, “3 Upaya Penting Kemenkes Dalam Menurunkan Stunting,” 15 August 2022. [Online]. Available: <https://ayosehat.kemkes.go.id/3-upaya-penting-kemenkes-dalam-menurunkan-stunting>. [Diakses 24 April 2024].
- [10] PT. Sijarimas Teknologi Inovasi, “Penyerahan Aplikasi e-Kohort KIA Kepada Kementerian Kesehatan,” 28 January 2021. [Online]. Available: <https://www.sijariemas.co.id/penyerahan-aplikasi-e-kohort-kia-kepada-kementerian-kesehatan/>. [Diakses 24 April 2024].

- [11] DKPPKB Kab. Bangka Selatan, “Percepatan Entry Data E-PPGM Dan Laporan Rutin Program Gizi,” 29 September 2022. [Online]. Available: <https://dkppkb.bangkaselatankab.go.id/post/detail/2337-percepatan-entry-data-e-ppgm-dan-laporan-rutin-program-gizi>. [Diakses 24 April 2024].
- [12] R. K. S. Lubis dan e. a. , “Baby Weight and Length Measurement System with Data Storage Using MySQL Database,” *Pertanika Journals*, vol. 32, no. 2, pp. 509-520, 2024.
- [13] M. Muttaqin dan e. a. , “Design and Development Of Information Systems for Data Collection and Monitoring Of Children's Growth And Development as an Effort to Prevent Stunting In Kotapari Village,” *Jurnal Mantik*, vol. 2, no. 1, pp. 60 - 67, 2023.
- [14] N. Matthew, A. Christiani dan C. Nata, “Rancang Bangun Alat Ukur Antropometri Digital dan Portabel,” *FaST- Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 7, no. 2, pp. 98-110, 2023.
- [15] S. Sajid dan e. a. , “Rancang Bangun Sistem Pengukuran Antropometri Digital,” *INTEGRATE: Industrial Engineering and Management System*, vol. 7, no. 1, pp. 44-51, 2023.
- [16] A. Mahendra, R. Ismail dan B. Setiyana, “Rancangan Alat Antropometri Stadiometer Digital Berbasis Sensor Mikrokontroler,” *Jurnal Teknik Mesin S-1*, vol. 11, no. 4, pp. 25-30, 2023.
- [17] Kementerian Kesehatan, PMK Nomor 2, Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020.
- [18] Badan Pusat Statistik, “Jumlah Penduduk menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin, Indonesia, 2022,” Badan Pusat Statistik, 2022. [Online]. Available: <https://sensus.bps.go.id/topik/tabular/sp2022/188/1/0>. [Diakses 24 April 2024].
- [19] Humas, “Hasil Sensus Penduduk 2020; BPS: Meski Lambat, Ada Pergeseran Penduduk Antarpulau,” 23 Januari 2021. [Online]. Available: <https://setkab.go.id/hasil-sensus-penduduk-2020-bps-meski-lambat-ada-pergeseran-penduduk-antarpulau/>. [Diakses 24 April 2024].
- [20] E. C. Obeit, “Cara Menghitung Kebutuhan RAM & Prosesor pada VPS,” 4 Desember 2023. [Online]. Available: <https://www.goldenfast.net/blog/tips-memilih-vps/spesifikasi-ram-dan-prosesor/>. [Diakses 24 April 2024].