

Digitalisasi layanan posyandu melalui implementasi timbangan balita berbasis Internet of Things (IoT) di Kelurahan

Silvia Dona Sari¹, Yuni Warty¹, Abd Hakim S¹, Reni Yuliana Siahaan², Yanthy Leonita Perdana Simanjuntak³, Tuti Hardianti³, Rita Juliani³

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Indonesia

²Program rogram Studi Gizi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Indonesia

³Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Penulis korespondensi : Silvia Dona Sari

E-mail : silviadonasari@unimed.ac.id

Diterima: 08 Juli 2026 | Direvisi: 16 Agustus 2026 | Disetujui: 17 Agustus 2026 | Online: 29 Agustus 2026

© Penulis 2026

Abstrak

Keterbatasan akurasi alat ukur dan pencatatan manual pertumbuhan balita menghambat validasi data tumbuh kembang di tingkat pelayanan dasar. Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini diorientasikan untuk menghilirisasi teknologi berbasis Internet of Things (IoT) melalui implementasi sistem pemantauan tumbuh kembang balita secara digital di Posyandu Melati VII, Kelurahan Bantan, Kecamatan Medan Tembung. Sistem ini mengintegrasikan sensor ultrasonik dan load cell untuk mengukur tinggi serta berat badan balita secara akurat, sekaligus meningkatkan literasi digital kader. Pendekatan partisipatif dipilih sebagai metodologi pelaksanaan kegiatan, di mana alur kerjanya mencakup pemetaan kebutuhan di lapangan, implementasi perangkat di lokasi, pembekalan keterampilan digital, serta pengukuran keberhasilan program. Melalui tahapan implementasi yang dilakukan, integrasi data pengukuran yang berjalan secara otomatis serta terstandardisasi telah berhasil diwujudkan oleh sistem. Hasil PkM menunjukkan peningkatan kapasitas kognitif dan keterampilan mitra secara signifikan. Berdasarkan akumulasi skor total dari tiga domain materi (Teknologi Digital, Sistem Smart Posyandu, dan Pengoperasian Instrumen), rata-rata pemahaman kader melonjak dari 24,7% pada sesi *pretest* menjadi 85,5% pada sesi *posttest*. Kenaikan akumulatif ini mencerminkan keberhasilan transfer pengetahuan dan kesiapan psikomotorik kader dalam mengoperasikan perangkat antropometri berbasis IoT secara mandiri. Evaluasi membuktikan digitalisasi ini mengefisienkan pelayanan, memangkas antrean, dan meminimalkan human error. Meskipun terdapat delay pengiriman data dari sensor ke basis data hingga 15 detik (melebihi target 10 detik), karakteristik penundaan ini tidak mengganggu jalannya pelayanan rutin masyarakat. Kondisi tersebut mendukung kelayakan integrasi sistem Smart Health Community melalui antropometri digital yang menjadi solusi tepat guna untuk meningkatkan validitas data kesehatan, mengoptimalkan kinerja kader, dan mendukung keberlanjutan program pemantauan tumbuh kembang anak di Kelurahan Bantan.

Keywords: antropometri digital; internet of things; kader posyandu; layanan kesehatan; tumbuh kembang balita.

Abstract

Limitations in measuring tool accuracy and manual recording of toddler growth hinder the validation of developmental data at the primary care level. This Community Service (PkM) activity is oriented toward downstreaming Internet of Things (IoT)-based technology through the implementation of a digital toddler growth monitoring system at Posyandu Melati VII, Bantan Village, Medan Tembung District. The system integrates ultrasonic and load cell sensors to accurately measure toddlers' height and weight, while simultaneously enhancing the digital literacy of health cadres. A participatory

approach was selected as the implementation methodology, with a workflow comprising field needs assessment, on-site device implementation, digital skills training, and program success measurement. Through the executed implementation phases, the system successfully achieved automated and standardized integration of measurement data. On a non-technical level, the cadres' capacity increased significantly, with average material comprehension rising from 24.7% to 85.5%. Evaluation proves that this digitalization streamlines services, reduces queues, and minimizes human error. Although there is a data transmission delay from the sensors to the database of up to 15 seconds (exceeding the 10-second target), this delay characteristic does not disrupt routine community services. These conditions support the feasibility of integrating a Smart Health Community system through digital anthropometry, providing an appropriate technological solution to improve health data validity, optimize cadre performance, and support the sustainability of child growth monitoring programs in Bantan Village.

Keywords: digital anthropometry; internet of things; posyandu cadres; health services; toddler growth and development.

PENDAHULUAN

Kelurahan Bantan, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan, merupakan salah satu wilayah urban yang pelayanan kesehatan dasarnya dominan mengandalkan peran posyandu swadaya masyarakat di tingkat lingkungan. Kondisi demografis dan keterbatasan fasilitas kesehatan primer di area padat penduduk ini menyebabkan masyarakat sangat bergantung pada layanan posyandu bulanan sebagai sumber utama pemantauan tumbuh kembang anak. Sayangnya, wilayah Medan Tembung umumnya belum memiliki sistem administrasi kesehatan anak yang terintegrasi di tingkat posyandu swadaya, di mana sebagian besar praktik skrining gizi dan pertumbuhan prosesnya masih dijalankan lewat mekanisme tradisional yang dinilai kurang efektif dan efisien. Ketergantungan pada metode konvensional ini menjadikan pemantauan kesehatan sangat mudah terpengaruh oleh implikasi dari kelalaian manusia (human error), seperti fenomena kesalahan paralaks baca atau timbangan dacin tidak akurat yang memicu pergeseran data antropometri dan keterlambatan deteksi dini gangguan pertumbuhan anak secara berkelanjutan. Hal ini menyebabkan ketidakpastian status tumbuh kembang balita, peningkatan risiko keterlambatan intervensi gizi buruk, dan menurunnya akurasi data pelaporan dari bulan ke bulan. Kebutuhan akan sistem yang responsif dan berorientasi pada data menjadi krusial guna mengoptimalkan efisiensi serta ketepatan waktu dalam tata kelola informasi perkembangan balita (Firmansyah & Indra, 2021; Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2021; Siswati et al., 2025).

Praktik pelayanan kesehatan di Kelurahan Bantan saat ini masih bersifat konvensional, khususnya pada Kelompok Kader Posyandu Melati VII yang diposisikan sebagai objek sekaligus mitra strategis pada kegiatan ini. Kader kelompok tersebut mengelola pemantauan tumbuh kembang balita dengan jumlah sasaran anak yang cukup padat, namun operasionalnya masih menggunakan alat timbang dacin serta meteran kain manual. Penentuan status gizi umumnya didasarkan pada pengalaman dan kebiasaan kader dalam membaca tabel manual, di mana proses agregasi data beserta peninjauan status grafik perkembangan balita secara rata-rata hanya dapat diselenggarakan sebulan sekali, bertepatan dengan jadwal pelayanan posyandu. Informasi yang minim secara real-time mengenai tren berat badan, tinggi badan, dan kebutuhan pemantauan spesifik balita tersebut mengakibatkan proses intervensi gizi menjadi tidak efisien. Dampak lainnya adalah meningkatnya beban kerja operasional kader, seperti waktu pelayanan yang lama dan timbulnya antrean panjang, serta terjadinya fluktuasi pada validitas rekapitulasi data tahunan. Konsekuensinya, situasi riil di tingkat mitra mengonfirmasi adanya diskrepansi nyata antara metode pelayanan tradisional dan tuntutan sistem manajemen pemantauan kesehatan yang berbasis presisi (Farooq et al., 2020; Gustamans et al., 2024; Kraus et al., 2021; Ulyanida et al., 2022; Utami et al., 2024).

Berbagai kendala mendasar tersebut mempertegas urgensi integrasi solusi teknologi guna mengoptimalkan efisiensi waktu pelayanan serta validitas data balita secara kontinu bagi para kader. Pada lini operasional saat ini, adopsi sistem Smart Healthcare/Monitoring berbasis Internet of Things

(IoT) dinilai sebagai langkah yang paling relevan (Faizal, M Sulistiyowati, I Jamaaluddin, J Anshory, 2023; Nurjihan et al., 2025; Rialihanto & Siswati, 2025). Melalui arsitektur ini, kondisi fisik balita dapat dipantau secara real-time memanfaatkan sensor berat badan (load cell) serta tinggi badan (ultrasonik) yang diintegrasikan pada mikrokontroler. Modul pemrosesan data bertugas mengoordinasikan kontrol otomatis, termasuk di antaranya merekam data dan mengonversi status gizi secara presisi berdasarkan parameter indeks massa tubuh anak yang berlaku (Gustamans et al., 2024). Sejumlah riset terdahulu mengonfirmasi keandalan IoT dalam mereduksi waktu pelayanan sekaligus meminimalkan risiko kesalahan akibat input data manual (Septiana et al., 2026; Sudiati et al., 2023). Lebih lanjut, studi terbaru sukses mengembangkan platform pengawasan pertumbuhan anak berbasis IoT yang dikombinasikan dengan algoritma cerdas guna memproyeksikan tren tumbuh kembang anak secara akurat (Mukhtar et al., 2024). Di sisi lain, pemanfaatan sistem posyandu otomatis berbasis ESP32 terbukti mampu menjaga kontinuitas pencatatan berat badan balita agar tetap selaras dengan standar Kementerian Kesehatan (Mauldy & Indrasari, 2021).

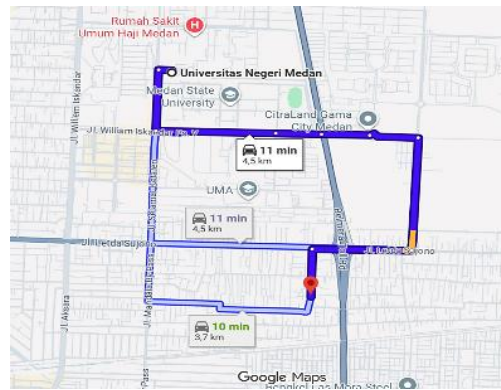
Capaian dari riset-riset terdahulu mempertegas peran penting IoT dalam mengefisienkan pengawasan kesehatan, walaupun porsi terbesar dari penelitian dan penerapannya saat ini masih terpusat pada fasilitas kesehatan tingkat lanjut (klinik/rumah sakit besar) atau laboratorium uji coba dengan peralatan medis berbiaya tinggi yang sulit dijangkau posyandu swadaya tingkat kelurahan (Kronlid et al., 2026; Mauldy & Indrasari, 2021). Integrasi dan evaluasi sistem Smart Monitoring pada pelayanan posyandu komunitas dengan karakteristik operasional dan kapasitas finansial kader yang spesifik seperti di Kelurahan Bantan, Kecamatan Medan Tembung sejauh ini masih mendapati porsi kajian yang minim. Kesenjangan inilah yang menjadi latar belakang pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini. Aspek kebaruan (*novelty*) dari kegiatan PkM ini terletak pada integrasi simultan alat ukur antropometri (berat dan tinggi badan digital) yang dilengkapi fitur otomatisasi penentuan status gizi, transmisi data secara nirkabel (*wireless*) menuju dashboard web central, serta desain mekanisme operasional alat yang telah disesuaikan dengan karakteristik sosiologis dan kapasitas teknis kader lokal. Secara spesifik, program PkM ini bertujuan untuk: 1) mengimplementasikan 1 unit perangkat Smart Posyandu berbasis IoT yang presisi di ruang pelayanan; 2) meningkatkan kapasitas kognitif 5 orang kader mitra terkait arsitektur teknologi digital dan konsep Smart Healthcare sebesar minimal 30%; 3) meningkatkan keterampilan psikomotorik kader dalam operasionalisasi alat ukur digital dan pengelolaan data online secara mandiri; serta 4) meningkatkan efisiensi waktu pelayanan posyandu dengan target reduksi durasi antrean dan pencatatan data hingga 50% dibandingkan metode konvensional.

METODE

Lokasi dan Mitra

Mitra dalam kegiatan Program Kemitraan Masyarakat (PKM) ini adalah Posyandu Melati VII yang berada di Kelurahan Bantan, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan. Posyandu ini merupakan salah satu unit layanan kesehatan berbasis masyarakat yang secara rutin melaksanakan kegiatan pemantauan pertumbuhan balita dan pelayanan kesehatan ibu dan anak. Lokasi mitra berada di kawasan permukiman perkotaan dengan tingkat kepadatan penduduk yang relatif tinggi dan berjarak sekitar ± 4.5 km dari Universitas Negeri Medan. Akses menuju lokasi mitra dapat ditempuh dengan mudah melalui jaringan jalan perkotaan, sebagaimana ditunjukkan pada peta lokasi (Gambar 1).

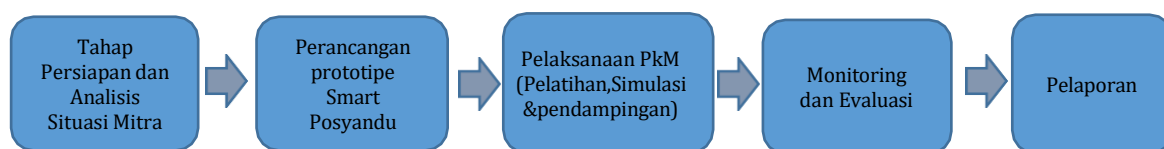
Kedekatan lokasi mitra dengan Universitas Negeri Medan mendukung efektivitas pelaksanaan kegiatan pengabdian, khususnya dalam hal koordinasi, pelatihan, implementasi teknologi, serta pendampingan berkelanjutan. Selain itu, karakteristik wilayah mitra yang padat penduduk menjadikan Posyandu Melati VII sebagai lokasi strategis untuk penerapan sistem monitoring pertumbuhan balita berbasis Internet of Things (IoT) dalam rangka peningkatan kualitas layanan posyandu.



Gambar 1. Peta Lokasi Kegiatan

Tahap Kegiatan

Pendekatan taktis dalam kegiatan PkM ini diarahkan pada adopsi sistem pemantauan balita pintar berbasis IoT yang ditargetkan bagi Kelompok Kader Posyandu Melati VII Kelurahan Bantan. Guna menjamin keberlanjutan program, pelatihan intensif mengenai urgensi Smart Healthcare diselenggarakan bersamaan dengan sesi simulasi interaktif pemakaian perangkat. Proses operasionalnya terbagi ke dalam tahapan-tahapan yang diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Kegiatan PkM Smart Posyandu

1. Rincian Partisipasi dan kegiatan Smart Posyandu

a. Partisipasi dan Kriteria Inklusi

Kegiatan PkM ini melibatkan 5 orang peserta dari Kelompok Kader Posyandu Melati VII, Kelurahan Bantan, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan, yang merupakan petugas meja pelayanan kesehatan dan terlibat langsung dalam operasional pemantauan tumbuh kembang balita. Untuk memastikan efektivitas program, ditetapkan kriteria inklusi partisipan yang meliputi status keanggotaan aktif dalam Kelompok Kader Posyandu Melati VII, kepemilikan pengalaman langsung dalam pencatatan antropometri maupun pelayanan posyandu bulanan, serta kesediaan penuh untuk mengikuti seluruh rangkaian pelatihan, simulasi, dan evaluasi program hingga selesai. Adapun mekanisme rekrutmen peserta dilakukan melalui koordinasi terstruktur dengan Ketua Kader Posyandu Melati VII, guna memastikan bahwa seluruh peserta pelatihan yang terpilih merupakan pengguna akhir (end-user) yang relevan dengan operasional alat sehari-hari di lapangan.

b. Aspek etika, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), serta manajemen pemeliharaan

Aspek etika, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), serta manajemen pemeliharaan instrumen menjadi prioritas dalam implementasi teknologi di ruang pelayanan anak. Setelah memperoleh izin resmi dan komitmen kerja sama dari pengelola Kelurahan Bantan serta Ketua Kader Posyandu, instrumen *Smart Posyandu* dirancang aman menggunakan casing akrilik tumpul (*child-friendly*) dan sistem kelistrikan tegangan rendah (DC 5V) terisolasi guna mencegah cedera fisik maupun korsleting. Kader juga dibekali SOP operasional mengenai jarak aman balita saat berinteraksi dengan komponen aktif.

Prosedur perawatan berkala turut diintegrasikan ke dalam SOP guna menjaga sensitivitas sensor perangkat. Pemeliharaan sensor tinggi badan (ultrasonik) dilakukan dengan mengimbau para kader untuk menjaga area pemancar dari debu, coretan, ataupun penghalang fisik yang dapat

Digitalisasi layanan posyandu melalui implementasi timbangan balita berbasis Internet of Things (IoT) di Kelurahan

mengacaukan akurasi pembacaan jarak. Sementara itu, pada sensor berat badan (*load cell*), platform timbangan harus dibebaskan dari beban benda mati di luar jam operasional serta dilindungi dari hentakan keras balita demi menjaga kalibrasi komponen *strain gauge*. Langkah perlindungan dari cairan dilakukan dengan menginstruksikan kader untuk menyeka permukaan pijakan menggunakan tisu antiseptik lembap (bukan basah) setelah pengukuran selesai. Upaya preventif ini krusial untuk mencegah terjadinya korosi sekaligus menghindari rembesan air ke dalam modul elektronik perangkat.

2. Perancangan Prototipe dan kalibrasi teknis

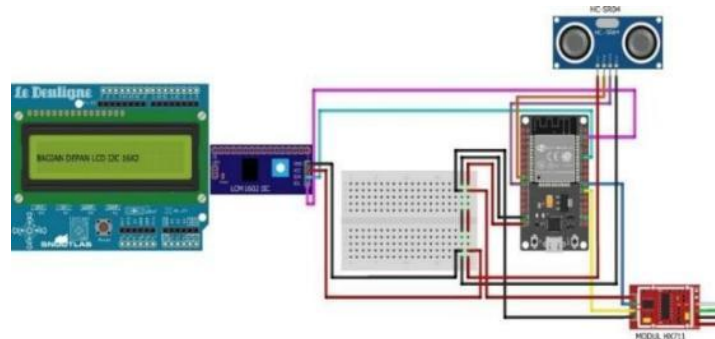
a. Komponen Alat dan Bahan

Komponen pendukung yang digunakan dalam program PkM ini diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama, yaitu alat dan bahan, dengan rincian sebagai berikut:

1. **Alat:** Mikrokontroler ESP32, sensor berat badan (*load cell* beserta modul penguat HX711), sensor tinggi badan (ultrasonik *waterproof*), relai pengunci data (*data lock relay*), *breadboard*, kabel *jumper*, *power supply* (adaptor AC-DC 5V), modul Wi-Fi/Bluetooth internal, layar LCD display 16x2 terintegrasi I2C, serta *dashboard* database IoT.
2. **Bahan:** Struktur kerangka timbangan, platform pijakan anak, tiang pengukur tinggi badan, *casing* pelindung alat (berbahan akrilik tumpul *child-friendly*), perangkat lunak pemrograman (Arduino IDE, platform *dashboard* IoT seperti Blynk), konektor, beserta komponen komplementer berupa platform *interface* pemantauan yang dapat diakses melalui jaringan web maupun perangkat seluler.

b. Sistem Kerja Alat Smart Posyandu

Sistem kerja dari perangkat Smart Posyandu ini bertumpu pada efisiensi transmisi data hasil pengukuran secara *real-time*. Adapun visualisasi blok diagram serta mekanisme kerja alat dapat dicermati pada Gambar 3.

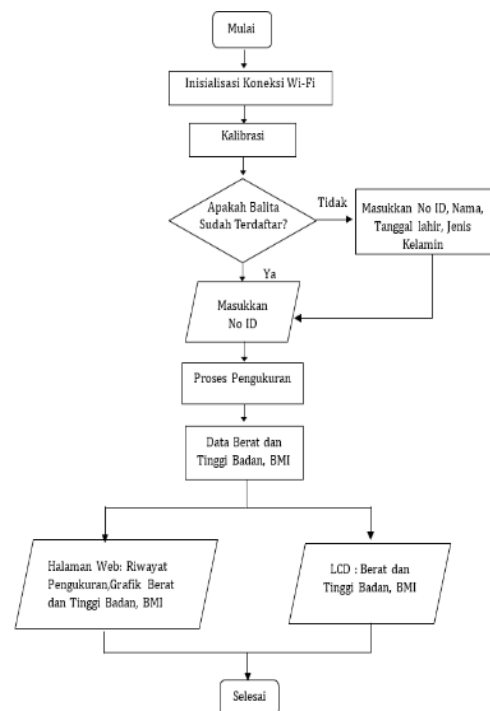


Gambar 3. Rangkaian *Prototipe Smart Posyandu*

Inovasi ini mengadopsi teknologi *Internet of Things* (IoT) berbasis mikrokontroler ESP32 guna mengotomatisasi pencatatan parameter antropometri balita. Sistem ini menyinkronkan kinerja sensor *load cell* (berat badan) dan sensor ultrasonik (tinggi badan) demi mewujudkan pengawasan status pertumbuhan anak secara langsung (*real-time*). Sensor *load cell* digunakan untuk mendeteksi massa atau berat badan balita, sedangkan sensor ultrasonik ditempatkan di bagian atas tiang pengukur untuk memantau tinggi fisik anak secara langsung. Informasi yang dihimpun oleh kedua perangkat sensor tersebut diolah menggunakan modul ESP32, untuk kemudian ditransmisikan menuju platform basis data IoT (misalnya Blynk) guna keperluan pengawasan, kompilasi, serta penyimpanan data jarak jauh. Ketika balita telah berada dalam posisi stabil di atas platform timbangan dan sensor ultrasonik menangkap jarak objek secara konsisten, ESP32 secara otomatis mengaktifkan modul relai pengunci data (*data lock relay*) untuk mengunci hasil pembacaan, mengalkulasi status gizi berdasarkan standar indeks massa tubuh, serta menampilkannya pada layar LCD, sehingga proses skrining kesehatan anak dapat berlangsung secara efisien, akurat, dan adaptif sesuai kebutuhan pelayanan posyandu. Mekanisme

Digitalisasi layanan posyandu melalui implementasi timbangan balita berbasis *Internet of Things* (IoT) di Kelurahan

kerja alat, mulai dari inisialisasi sensor, pemrosesan sinyal digital oleh mikrokontroler, hingga transmisi data menuju basis data *cloud*, dipetakan secara sistematis melalui diagram alir (*flowchart*) yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Cara Kerja Alat *Smart Posyandu*

Alur kerja (*flowchart*) pada sistem *Smart Posyandu* otomatis ini disusun untuk menginisiasi fitur penguncian data digital (*data lock*) serta kalkulasi status gizi saat sensor tinggi badan (ultrasonik) dan sensor berat badan (*load cell*) mendeteksi posisi balita yang telah stabil di atas alat ukur. Jika sensor berada pada kondisi tidak ada objek atau posisi anak belum stabil, kondisi sistem kembali atau bertahan pada fase monitoring (*standby monitoring*). Siklus tersebut diaplikasikan secara berulang pada periode tertentu guna menggaransi aspek akurasi dan validitas rekam data perkembangan balita. Rincian mengenai indikator target capaian disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Indikator Capaian

No	Indikator Kerja	Target Capaian
1.	Deteksi berat badan (<i>load cell</i>) dan tinggi badan (ultrasonik) secara <i>real-time</i>	Sensor bekerja akurat >95%
2.	Aktivasi penguncian data (<i>data lock</i>) dan konversi status gizi otomatis saat balita posisi stabil	Respon system < 10 detik
3.	Efisiensi waktu pelayanan meja pengukuran posyandu	Meningkat (waktu layanan berkurang minimal 50%)

c. Kalibrasi dan definisi Metrik Teknis

Proses perancangan mencakup kalibrasi sensor secara berkala untuk menjamin akurasi data antropometri balita. Target capaian Sensor bekerja akurat 95% diukur melalui proses komparasi antara keluaran data digital dari sensor terhadap nilai ground truth atau instrumen pengukuran manual konvensional (menggunakan timbangan dacin terkalibrasi dan pita meteran kain standar Kemenkes). Batas toleransi latensi respons sistem ditetapkan di bawah 10 detik, yang diverifikasi secara langsung memanfaatkan fitur *internal timer* pada mikrokontroler, dihitung sejak posisi balita

Digitalisasi layanan posyandu melalui implementasi timbangan balita berbasis Internet of Things (IoT) di Kelurahan

terdeteksi stabil di atas platform hingga modul relai pengunci aktif dan data berhasil terkonversi menjadi status gizi pada layar LCD serta terkirim ke *database*. Di samping itu, dokumen prosedur operasional standar (SOP) tersebut juga telah mengintegrasikan mekanisme *fallback* atau pengalihan ke mode manual lokal (penyimpanan sementara pada memori internal/SD *card* alat atau pencatatan manual pada buku register) ketika koneksi internet atau jaringan Wi-Fi di lokasi Kelurahan Bantan terputus, guna menjamin pelayanan posyandu dapat terus berjalan tanpa hambatan.

3. Pelaksanaan dan Evaluasi Program

a. Pelaksanaan PKM

Kegiatan PkM ini diselenggarakan secara terpadu melalui perpaduan instrumen penyampaian materi, demonstrasi interaktif, asistensi teknis, serta sesi diskusi dua arah. Agenda diawali dengan edukasi teoritis mengenai pentingnya digitalisasi pencatatan antropometri balita demi akurasi data tumbuh kembang serta pengenalan komponen utama perangkat *Smart Posyandu* berbasis IoT. Rangkaian acara dilanjutkan dengan demonstrasi interaktif untuk memperagakan langkah pengoperasian instrumen, mulai dari aktivasi alat, posisi ideal balita di atas sensor, penggunaan fitur pengunci data (*data lock*), hingga pembacaan konversi status gizi pada LCD dan aplikasi. Selanjutnya, dilakukan uji coba lapangan dan pendampingan teknis secara langsung pada meja pelayanan Posyandu Melati VII Kelurahan Bantan selama hari buka layanan berjalan untuk membantu kader mengatasi kendala teknis, menjaga stabilitas sensor, dan memastikan kelancaran transmisi data nirkabel. Rangkaian agenda ini ditutup dengan forum diskusi dan tanya jawab interaktif bersama seluruh peserta dan evaluasi guna menjangkau umpan balik kader terkait kenyamanan alat serta menyusun rencana pemeliharaan agar perangkat dapat digunakan secara mandiri dan berkelanjutan.

b. Instrumen Evaluasi Dan Pengukuran Capaian

Parameter pencapaian target program dianalisis melalui tahapan pemantauan serta evaluasi yang komprehensif. Pengukuran tersebut mengandalkan kuesioner pre-test dan post-test sebagai instrumen utama yang didistribusikan langsung sepanjang agenda PkM berjalan.

1. Pengukuran Peningkatan Kapabilitas:

- a. **Pretest dan Posttest:** Instrumen pre-test dan post-test tersebut memuat 15 butir pertanyaan yang dirancang untuk mengevaluasi tiga ranah kompetensi, yaitu literasi teknologi digital serta pemahaman terhadap urgensi konsep *Smart Posyandu*, dan pengalaman standarisasi pengukuran antropometri balita menggunakan teknologi.
- b. **Analisis Data:** Evaluasi tingkat pengetahuan peserta dilakukan melalui analisis statistik deskriptif berupa rata-rata persentase, yang kemudian dilanjutkan dengan perhitungan Normalized Gain (*g*) untuk mengukur efektivitas program. Adapun formulasi Normalized Gain (*g*) ditentukan melalui persamaan (1).

$$g = \frac{(\% \text{ Skor Posttest}) - (\% \text{ Skor Pretest})}{100\% - (\% \text{ Skor Pretest})} \quad \dots (1)$$

2. Pengukuran Efisiensi Waktu Pelayanan Pengukuran:

Target efisiensi program diukur dengan membandingkan durasi waktu pelayanan tiap balita antara metode manual konvensional sebelum intervensi dan metode otomatisasi berbasis IoT setelah sistem diimplementasikan. Sebagai metrik *baseline*, hasil wawancara dan pengamatan langsung bersama mitra menunjukkan bahwa prosedur konvensional yang mencakup pengukuran berat badan, tinggi badan, hingga pencatatan gizi secara manual oleh kader memerlukan waktu rata-rata selama 5 menit per anak. Seluruh waktu operasi pelayanan ini dicatat secara presisi dalam satuan menit per anak, yang kemudian dikalkulasikan ke dalam rumus persentase efisiensi sebagai berikut:

$$Efisiensi(\%) = (1 - \frac{Waktu\ pelayanan\ setelah\ intervensi}{Waktu\ pelayanan\ sebelum\ intervensi}) \times 100\% \quad \dots (2)$$

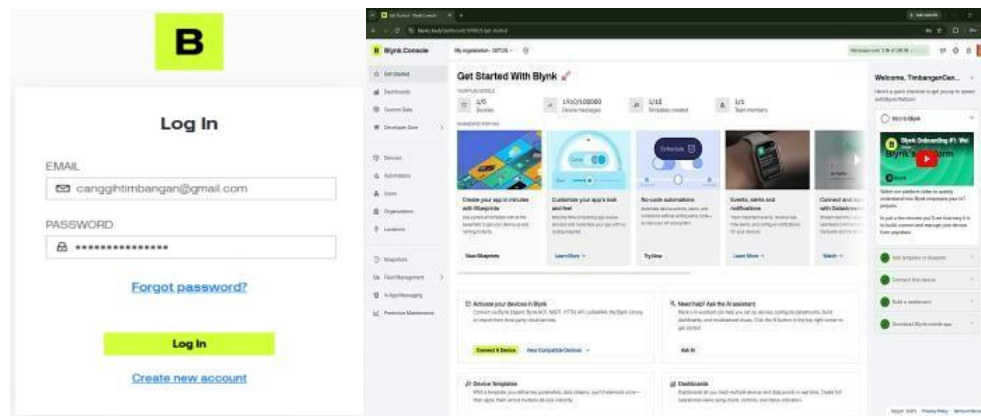
c. Evaluasi dan Monitoring

Evaluasi ini diimplementasikan guna menganalisis signifikansi manfaat yang dirasakan langsung oleh kelompok mitra pasca-kegiatan PkM. Secara umum, pemantauan ini dirancang untuk memvalidasi tingkat ketercapaian target intervensi serta menjangkau rekomendasi strategis mengenai aspek-aspek yang memerlukan optimalisasi pada periode berikutnya. Proses evaluasi dilakukan di awal (*pretest*) dan di akhir (*posttest*) pertemuan dengan menggunakan metode kuesioner. Kuesioner tersebut memuat pertanyaan-pertanyaan yang relevan dengan topik pengabdian, meliputi aspek pengetahuan dan pemahaman kader mengenai teknologi digital, konsep sistem *Smart Posyandu* berbasis IoT, serta observasi dan pengalaman langsung para kader saat mengoperasikan instrumen pengukuran antropometri balita di ruang pelayanan kesehatan Kelurahan Bantan

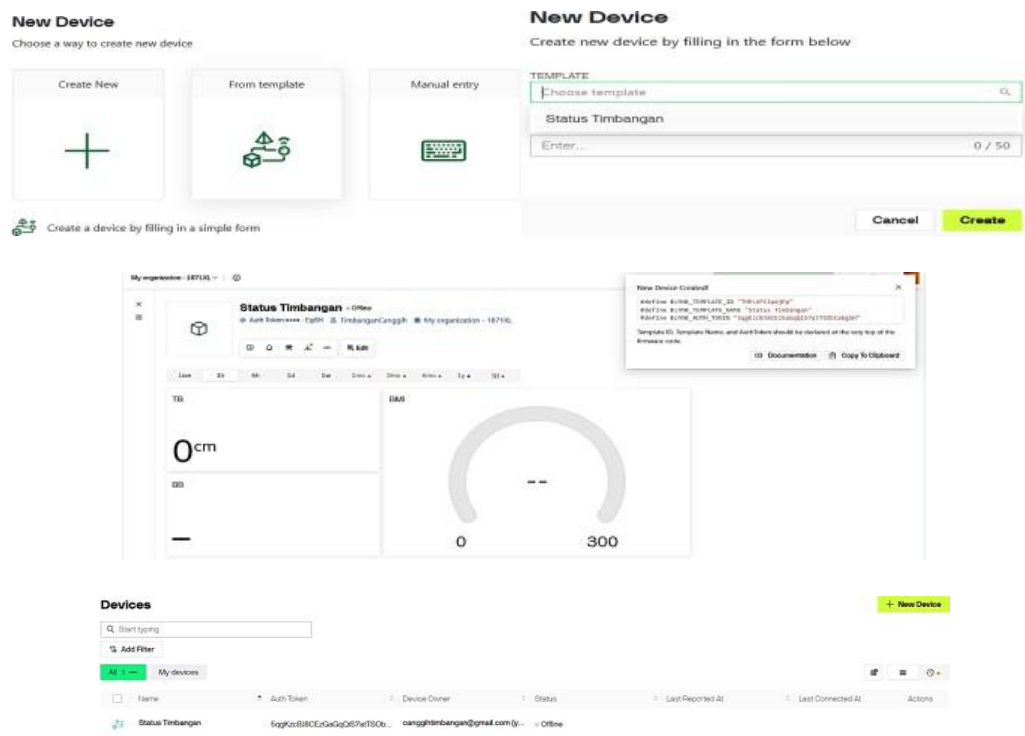
HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi sistem *Smart Posyandu* berbasis IoT ini diawali dengan tahap pengujian unit di laboratorium untuk memastikan seluruh fitur perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) berfungsi secara sinkron, serta menjamin tingkat akurasi pengukuran antropometri setara dengan alat ukur konvensional yang berstandar klinis. Alur operasional instrumen dirancang secara sistematis melalui lima tahapan utama untuk mempermudah kader dalam pelayanan di lapangan. Pertama, perangkat dinyalakan dan dihubungkan ke jaringan internet melalui modul Wi-Fi internal ESP32 guna memastikan jalur transmisi data nirkabel ke *database cloud* telah siap. Kedua, kader melakukan kalibrasi awal pada sensor berat badan (*load cell*) dan sensor tinggi badan (ultrasonik) untuk menolak nilai pembacaan, di mana parameter kalibrasi ini disimpan secara otomatis pada memori EEPROM mikrokontroler demi menjaga validitas data.

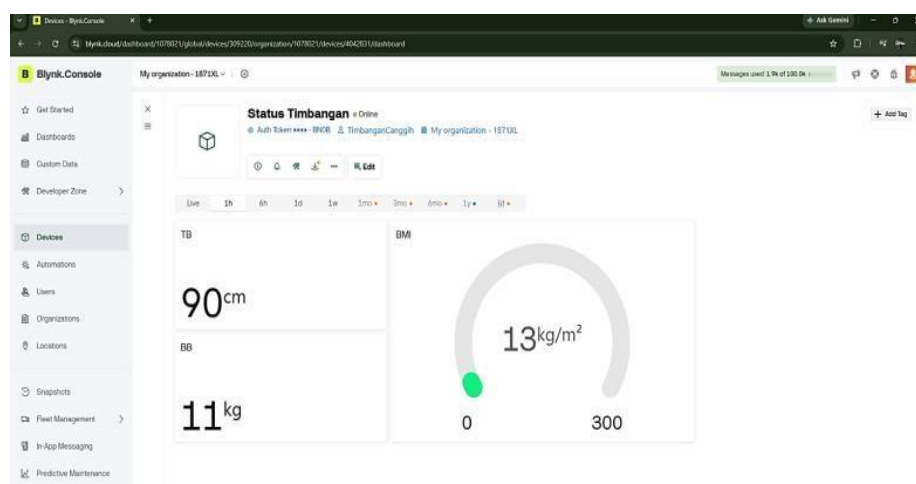
Prosedur dilanjutkan pada tahap registrasi data balita segera setelah perangkat siap digunakan. Kader kesehatan memasukkan data identitas dasar, seperti nama, tanggal lahir, jenis kelamin, dan nomor identitas (ID) untuk pasien baru, kemudian menyimpannya ke menu utama; sementara itu, langkah ini dapat dilewati bagi balita yang telah terdaftar sebelumnya. Tahap berikutnya adalah proses pemanggilan data balita berdasarkan nomor ID atau nama, yang diikuti dengan penempatan balita di atas platform untuk melakukan pengukuran berat dan tinggi badan secara simultan. Sistem akan mengunci data (*data lock*) secara otomatis ketika sensor mendeteksi posisi objek telah stabil, lalu mengonversinya langsung menjadi status gizi berdasarkan standar antropometri Kementerian Kesehatan. Pada tahap akhir, hasil pengukuran dan status gizi tersebut ditampilkan pada layar LCD 16x2 di perangkat fisik, sekaligus dikirimkan secara *real-time* ke pusat data *cloud* untuk diperbarui pada *dashboard* antarmuka berbasis web maupun aplikasi seluler. Aksesibilitas informasi hasil pengukuran *Smart Posyandu* ini diwujudkan melalui platform digital dan modul display lokal. Struktur antarmuka pengguna berbasis halaman web didokumentasikan pada Gambar 5, sedangkan fungsionalitas visualisasi data pada panel LED diperlihatkan pada Gambar 6. Lebih lanjut, proses uji coba operasional alat oleh para kader dalam mengukur dimensi antropometri anak di lapangan didokumentasikan pada Gambar 7.



Gambar 5 (a). Tampilan Halaman Utama Web



Gambar 5 (b). Tampilan Halaman Device Web



Gambar 5 (c). Tampilan Hasil Pengukuran pada Halaman Web

Digitalisasi layanan posyandu melalui implementasi timbangan balita berbasis Internet of Things (IoT) di Kelurahan



Gambar 6 (a). Tampilan Halaman Utama LCD



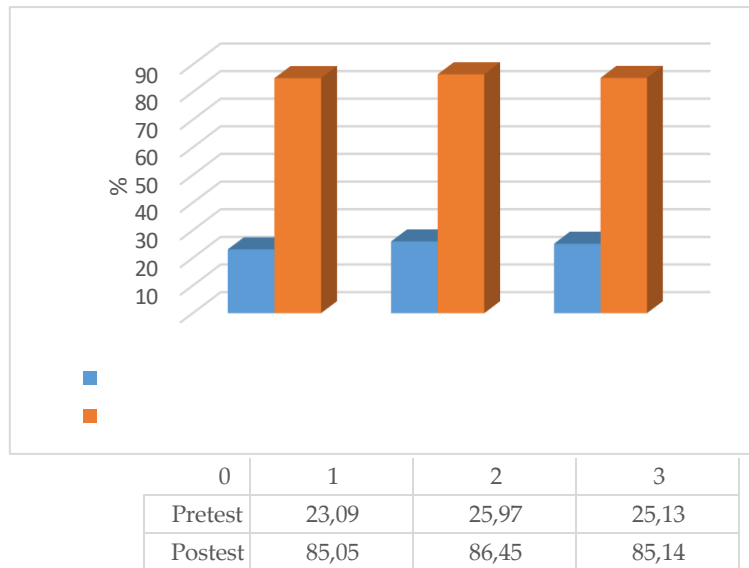
Gambar 6 (b). Tampilan Hasil Pengukuran LCD



Gambar 7. Simulasi serta Praktik Pengukuran Berat dan Tinggi Badan Balita.

Hasil Pelatihan dan Peningkatan Kapabilitas Mitra

Kegiatan pelaksanaan PkM ini diselenggarakan pada tanggal 04 Juni 2026 dengan melibatkan 5 peserta mitra yang terdiri dari para kader kesehatan serta didampingi langsung oleh tim penyuluh. Untuk mengukur efektivitas intervensi dan tingkat penyerapan informasi, tim melakukan evaluasi komprehensif menggunakan metode *pretest* dan *posttest* yang terdiri atas 15 butir soal pilihan ganda terstruktur. Instrumen evaluasi ini dirancang secara spesifik guna menguji perkembangan kapasitas mitra pada tiga domain materi utama, yaitu pengenalan arsitektur teknologi digital, pemahaman mendalam mengenai konsep sistem *Smart Posyandu* berbasis IoT, serta keterampilan teknis operasional dalam mengoperasikan perangkat antropometri digital termasuk kemampuan membaca indikator luaran pada Gambar 8 guna mengukur dan menentukan status gizi balita secara presisi di ruang pelayanan.



Gambar 8. Peningkatan pemahaman mitra dalam bentuk diagram tentang sistem IoT dan pengoperasian perangkat Smart Posyandu

Keterangan :

1. Teknologi Digital: Pemahaman kader mengenai perangkat keras, jaringan nirkabel, dan sistem penyimpanan data *cloud* kesehatan.
2. Sistem Smart Posyandu: Pemahaman konsep otomatisasi meja pelayanan dan konversi nilai sensor menjadi status gizi balita digital.
3. Pengoperasian Instrumen Antropometri: Keterampilan praktis kader dalam mengkalibrasi sensor, memosisikan balita, serta mengelola data rekam medis pada aplikasi.

Untuk memperjelas capaian peningkatan pengetahuan dalam kegiatan PkM ini, data evaluasi mitra juga disajikan secara komprehensif pada tabel 2.

Tabel 2. Peningkatan Kemampuan Mitra Berdasarkan Nilai Pretest dan Posttest

No	Jenis Pengetahuan yang dikur	Jumlah Soal	%HasilPenilaian		%Peningkatan	Normalized Gain (g)
			Pretest	Posttest		
1.	Teknologi Digital	5	23,09	85,05	61,96	0,80
2.	SistemSmart Posyandu	5	25,97	86,45	60,48	0,81
3.	Pengoperasian Instrumen	5	25,13	85,14	60,01	0,80

Hasil kalkulasi menunjukkan bahwa capaian nilai *g* masuk dalam kategori tinggi. Fenomena ini mengonfirmasi bahwa program pelatihan dan pendampingan teknis yang dilaksanakan sangat efektif dalam mendongkrak pemahaman, sekaligus memindahkan kapabilitas kognitif peserta dari skor awal (*pretest*) menuju potensi skor maksimum (*posttest*). Peningkatan yang signifikan tersebut secara empiris memvalidasi keberhasilan kegiatan PkM dalam aspek penguatan kapasitas teknis para kader kesehatan. Penerapan metode pendekatan demonstrasi interaktif dan pendampingan melekat terbukti mampu mentransformasi kemampuan para kader, sehingga mereka yang awalnya awam terhadap sistem digital kini telah mandiri dalam mengoperasikan instrumen *Smart Posyandu*. Keberhasilan ini menjadi bukti nyata bahwa integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT) tidak hanya sekadar mendigitalisasi layanan kesehatan di tingkat kelurahan, melainkan juga berhasil meningkatkan keterampilan kader lokal dalam mengelola serta menginterpretasikan data antropometri balita secara presisi demi pencegahan *stunting* yang lebih adaptif.

Digitalisasi layanan posyandu melalui implementasi timbangan balita berbasis Internet of Things (IoT) di Kelurahan

Hasil Operasional dan Analisis Kinerja Sistem

Evaluasi serta pemantauan performa sistem di lapangan diselenggarakan pada 06 Juni 2026 dengan mengacu pada indikator capaian yang telah dicanangkan sejak awal program.

a. Optimalisasi Durasi Layanan Kesehatan

Berdasarkan tinjauan operasional dan diskusi mendalam bersama para kader, integrasi teknologi IoT terbukti mampu memangkas waktu pelayanan di posyandu secara signifikan.

1. Kondisi Awal (Konvensional): Data pralapangan menunjukkan bahwa skema pelayanan lama memerlukan waktu hingga 5 menit untuk setiap anak. Hambatan utama terletak pada alur kerja manual, di mana kader harus mengukur berat dan tinggi secara terpisah, mencari lembar kartu menuju sehat (KMS) fisik, serta mengkalkulasi status gizi secara mandiri. Hal ini kerap memicu penumpukan antrean balita di lokasi.
2. Kondisi Pasca-Intervensi (Sistem IoT): Penerapan purwarupa Smart Posyandu berhasil menyederhanakan birokrasi pemeriksaan tersebut. Sensor load cell dan sensor ultrasonik bekerja secara simultan untuk mendeteksi berat serta tinggi badan anak dalam satu waktu. Begitu posisi balita stabil, fitur data lock akan membekukan nilai angka dan mikrokontroler langsung mengonversinya menjadi status gizi digital. Pemrosesan otomatis ini menghilangkan fase pencatatan manual yang lambat, mempercepat perputaran antrean, dan secara empiris memenuhi target efisiensi waktu pelayanan yang telah disepakati.

b. Identifikasi Hambatan Teknis (*Sistem Latency*)

Meskipun keandalan pembacaan data antropometri berada pada kategori sangat baik, tim mencatat adanya deviasi waktu pada parameter kecepatan transmisi data nirkabel.

1. Evaluasi Target: Parameter awal menetapkan jeda waktu respons pengiriman data maksimal <10 detik. Namun, uji coba riil di lapangan menunjukkan adanya keterlambatan (*delay*) pengunggahan data menuju platform web hingga mencapai 15 detik.
2. Akar Masalah: Fenomena pencilan ini dipicu oleh lemahnya penetrasi sinyal operator seluler di dalam ruang pelayanan Kelurahan Bantan, ditambah dengan beban latensi pada server cloud saat mengolah antrean data.
3. Konsekuensi Operasional: Kendati performa ini belum memenuhi target ideal di atas kertas, penundaan selama 15 detik tersebut sama sekali tidak mengganggu jalannya pelayanan klinis. Kader kesehatan di lapangan tetap dapat menginformasikan kondisi tumbuh kembang balita secara instan kepada orang tua karena hasil kalkulasi sudah langsung muncul di layar LCD fisik perangkat tanpa harus menunggu sinkronisasi web selesai.

c. Keterbatasan Program dan Proyeksi Mendatang

Tim menyadari bahwa cakupan riset aksi ini masih terbatas pada skala sampel yang kecil (N=5 peserta) dengan rentang waktu evaluasi yang relatif singkat. Guna meningkatkan validitas data dan keberlanjutan kegunaan alat, dirumuskan tiga rencana tindak lanjut strategis:

1. Validasi Akurasi Berkala: Mengadakan kalibrasi dan uji komparasi data hasil sensor secara berkala terhadap alat ukur standar klinis milik Kementerian Kesehatan pada siklus pelayanan bulan berikutnya untuk menghindari risiko pergeseran parameter (*sensor drift*).
2. Implementasi Komputasi Tepi (*Edge Decision*): Memodifikasi sistem penulisan kode pada mikrokontroler agar perangkat dibekali penyimpanan lokal sementara (*offline storage/SD Card*). Fitur cadangan (*fallback*) ini krusial agar alat tetap bisa digunakan saat internet mati, dan data akan otomatis terunggah saat jaringan kembali pulih.
3. Studi Dampak Jangka Panjang: Merencanakan pemantauan berkala selama 3 hingga 6 bulan ke depan untuk menguji durabilitas fisik sasis timbangan dan tiang ultrasonik, sekaligus mengukur tingkat kemandirian kader dalam mengoperasikan ekosistem

digital ini tanpa asistensi tim pakar.

SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini telah berhasil mengimplementasikan perangkat *Smart Posyandu* berbasis *Internet of Things* (IoT) bagi mitra kader kesehatan di Kelurahan Bantan sebagai solusi digital yang adaptif untuk menggantikan praktik pelayanan dan pencatatan antropometri konvensional yang inefisien. Hasil implementasi teknis menunjukkan bahwa seluruh sistem berfungsi secara optimal dan mampu mengelola serta mengonversi data tumbuh kembang anak secara otomatis menggunakan sensor *load cell* dan ultrasonik, yang secara signifikan memangkas waktu tunggu birokrasi pencatatan manual serta mendukung penuh Target Peningkatan Efisiensi Waktu Pelayanan. Dari segi dampak sosial dan kapasitas mitra, program ini terbukti sangat efektif, divalidasi oleh lonjakan rata-rata pengetahuan serta keterampilan teknis para kader posyandu yang meningkat secara signifikan setelah diberikan intervensi pelatihan terstruktur. Meskipun sistem sempat mengalami penundaan (*delay*) respons pengiriman data sebesar 15 detik menuju platform web yang melebihi target awal, keterbatasan teknis ini dinilai tidak berdampak signifikan terhadap operasional pelayanan di lapangan karena hasil pengukuran tetap dapat dibaca secara instan melalui layar LCD fisik perangkat. Secara keseluruhan, penerapan teknologi *Smart Posyandu* ini berhasil menjadi solusi tepat guna dalam mendigitalisasi layanan kesehatan dasar, menekan potensi kesalahan input data manual, serta mendukung program pencegahan *stunting* yang lebih presisi di wilayah tersebut.

Upaya penjaminan keberlanjutan program jangka panjang dilakukan dengan merekomendasikan tindak lanjut berupa penguatan data kuantitatif melalui pengujian akurasi berkala dan evaluasi dampak klinis selama periode 3–6 bulan pasca-intervensi. Langkah ini krusial guna menghitung reliabilitas sensor serta konsistensi konversi status gizi anak secara definitif. Di samping itu, pada aspek operasional perlu dilakukan pengembangan *firmware* pada mikrokontroler untuk mengaktifkan fitur penyimpanan lokal sementara (*local fallback mode*), sehingga perangkat tetap dapat merekam data antropometri balita secara otomatis ke memori internal meskipun koneksi internet di lokasi sedang terputus demi menjaga *uptime* sistem. Aspek keberlanjutan ini juga didukung melalui transfer pengetahuan mandiri kepada kader posyandu senior yang ditunjuk sebagai Koordinator Lapangan (*Champion Operator*). Pihak tersebut akan bertanggung jawab penuh untuk melakukan pemeliharaan mandiri dan kalibrasi sensor secara berkala, serta mengoordinasikan hasil efisiensi pelayanan digital ini dengan tim penyuluh kesehatan puskesmas setempat sebagai model percontohan digitalisasi posyandu di wilayah lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada LPPM Universitas Negeri Medan atas alokasi bantuan finansial yang diberikan melalui skema Program Kemitraan Masyarakat (PKM) dalam pelaksanaan pengabdian ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada seluruh elemen yang telah menyukseskan jalannya kegiatan, khususnya pihak Mitra dari Kader Kesehatan Posyandu Melati VII Kelurahan Bantan serta segenap anggota tim pelaksana. Berkat kolaborasi aktif ini, hilirisasi teknologi *Smart Posyandu* berbasis IoT dapat terealisasi secara optimal sesuai dengan target yang direncanakan.

DAFTAR RUJUKAN

- Farooq, M. S., Riaz, S., Abid, A., Umer, T., & Zikria, Y. B. (2020). Role of IoT technology in agriculture: A systematic literature review. *Electronics*, 9(2), 319. <https://doi.org/10.3390/electronics9020319>
- Gustamans, R. A., Taufiqurrahman, I., Rahayu, A. U., & Sanaz, F. F. (2024). Digitalization of weight and height measurement at Posyandu. *Journal of Computer Engineering, Electronics and Information Technology (COELITE)*, 3(2), 67–76. <https://doi.org/10.17509/coelite.v3i2.74537>
- Hadi, M. F. L., Sulistiyowati, I., Jamaaluddin, J., & Anshory, I. (2023). Design of a height and weight measurement tool for toddlers at spreadsheet-based Posyandu. *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 7(2), 163–175. <https://doi.org/10.21070/jeeeu.v7i2.1677>

- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2020). *Pedoman pemantauan pertumbuhan*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kraus, S., Schiavone, F., Pluzhnikova, A., & Chiara, A. (2021). Digital transformation in healthcare: Analyzing the current state of research. *Journal of Business Research*, 123, 557–567. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.030>
- Kronlid, C., Brantnell, A., Elf, M., Borg, J., & Palm, K. (2026). Technology in Society Sociotechnical analysis of factors influencing IoT adoption in healthcare : A systematic review. *Technology in Society*, 78(August 2023), 102675. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102675>
- Mauldy, R. M., & Indrasari, W. (2021). Android-based application system for monitoring baby's growth and development. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1088(1), 012007. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1088/1/012007>
- Mukhtar, H., Susanti, H., Cahyadi, W. A., Rahmawati, D., Muttaqien, T. Z., Sudiyono, O. A., Susanto, K., Setiyadi, S., Geraldi, A., Pujiraharjo, Y., Sari, S. P., Sari, E. A., & Yudiarti, D. (2022). E-Growth Monitoring System (EGMS) sebagai upaya penurunan prevalensi stunting. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 10(4), 903–917. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v10i4.903>
- Nurjihan, S. F., Setiati, A. T., Febryanti, D. I., Prasetya, I., & Danaryani, S. (2025). Digitalisasi timbangan balita berbasis Internet of Things (IoT) untuk optimalisasi layanan Posyandu. *Jurnal Abdimas Ilmiah Citra Bakti*, 6(1), 91–101. <https://doi.org/10.38048/jailcb.v6i1.4568>
- Rialihanto, M. P., Siswati, T., Iswanto, & Ardiyanto, F. (2025). Developing a digital anthropometry device using IoT-based sensors for monitoring small babies: A protocol. *The Open Public Health Journal*, 18, e18749445406189. <https://doi.org/10.2174/0118749445406189250623053039>
- Septiana, T., Setiawan, R. A., Wintoro, P. B., Khawarizmi, M. N., Putra, A. S. E., Fattah, F. A., & Tanjung, T. (2026). Smart farming berbasis Internet of Things (IoT) untuk otomasi irigasi sawah tadah hujan di Desa Margodadi, Kabupaten Pringsewu, Lampung. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 6(2), 367–378. <https://doi.org/10.52436/5.jpmi.4347>
- Siswati, T., Nurhidayat, N., & Rialihanto, M. P. (2026). Development and feasibility assessment of a digital stuntingmeter for child growth monitoring in Indonesia. *Proceedings of the International Conference on Public Health*, 10(1), 1–16. <https://doi.org/10.17501/24246735.2025.10101>
- Sudiati, L. E., Aditama, W., & Puryono, D. A. (2023). IoT-based stunting education and early detection system for stunting-free Indonesia. *East Asian Journal of Multidisciplinary Research*, 2(12), 4855–4866. <https://doi.org/10.55927/eajmr.v2i12.6767>
- Ulyanida, S., Supriyanto, A., Suciati, S. W., & Junaidi, J. (2022). Automatization of weight and height measurement using ultrasonic sensors HC-SR04 and load cell based on Arduino UNO at integrated services posts (Posyandu). *Journal of Energy, Material, and Instrumentation Technology*, 3(4), 127–137. <https://doi.org/10.23960/jemit.v3i4.103>
- Utami, S. S., Nurohman, A., Mulyana, J., Maharani, T. K. A., Wibowo, N. M., Maharani, J. V., Tasallia, I. M., Maulidina, A., & Rahmadani, S. A. (2024). Pengembangan dan pelatihan sistem pengukuran antropometri digital kepada kader Posyandu sebagai upaya peningkatan pelayanan Posyandu balita dan pencegahan dini stunting. *Jurnal Pengabdian, Riset, Kreativitas, Inovasi, dan Teknologi Tepat Guna*, 2(1), 141–152. <https://doi.org/10.22146/parikesit.v2i1.9617>