

LITERATURE REVIEW: PERAN SISTEM SMART HEALTH SEBAGAI INOVASI DIGITAL DALAM UPAYA PENCEGAHAN STUNTING

Regina Septient Malini

Fakultas Teknik Informatika, Program Studi Megister Rekayasa Elektro

Universitas Islam Indonesia

Email: septienregina@gmail.com

Firdaus

Fakultas Teknik Informatika, Program Studi Megister Rekayasa Elektro

Universitas Islam Indonesia

Email: firdaus@uii.ac.id

Sisdarmanto Adinandra

Fakultas Teknik Informatika, Program Studi Megister Rekayasa Elektro

Universitas Islam Indonesia

Email: adinandra@uii.ac.id

ABSTRAK

Stunting merupakan permasalahan kesehatan masyarakat yang berdampak jangka panjang terhadap pertumbuhan fisik dan perkembangan kognitif anak. Seiring dengan perkembangan teknologi digital, pendekatan smart health berbasis *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), dan *Machine Learning* (ML) mulai diterapkan sebagai solusi inovatif dalam upaya deteksi dan pencegahan stunting. Penelitian ini menggunakan metode *systematic literature review* terhadap 20 jurnal ilmiah untuk mengidentifikasi penerapan teknologi *smart health* dalam tiga kategori utama: deteksi, pemantauan, dan pencegahan stunting. Hasil studi menunjukkan bahwa teknologi ini mampu meningkatkan efektivitas deteksi dini, efisiensi pemantauan secara real-time, serta memperluas cakupan edukasi gizi kepada masyarakat melalui media digital yang interaktif. Namun demikian, implementasinya masih menghadapi sejumlah tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur, rendahnya literasi digital, serta kurangnya integrasi dengan sistem informasi kesehatan nasional. Oleh karena itu, keberhasilan penerapan *smart health* membutuhkan dukungan kebijakan, infrastruktur yang memadai, serta evaluasi berkelanjutan agar dapat diimplementasikan secara optimal dan berkelanjutan di berbagai wilayah, khususnya di daerah dengan sumber daya terbatas.

Kata kunci: stunting, *smart health*, *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), deteksi dini, pencegahan gizi.

ABSTRACT

Stunting is a public health problem that has a long-term impact on children's physical growth and cognitive development. Along with the development of digital technology, smart health approaches based on the Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), and Machine Learning (ML) have begun to be applied as innovative solutions in efforts to detect and prevent stunting. This study uses a systematic literature review method of 20 scientific journals to identify the application of smart health technology in three main categories: detection, monitoring, and prevention of stunting. The results of the study show that this technology is able to increase the effectiveness of early detection, the efficiency of real-time monitoring, and expand the scope of nutrition education to the community through interactive digital media. However, its implementation still faces a number of challenges, such as limited infrastructure, low digital literacy, and lack of integration with the national health information system. Therefore, the implementation of smart health requires policy support, adequate infrastructure, and continuous evaluation so that it can be implemented optimally and sustainably in various regions, especially in areas with limited resources.

Keywords: *stunting, smart health, Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), early detection, nutritional prevention.*

1. PENDAHULUAN

Stunting tetap menjadi salah satu isu utama dalam permasalahan kesehatan global karena dampaknya yang signifikan terhadap kesehatan masyarakat, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Stunting

sendiri merupakan gangguan pertumbuhan pada anak yang sedang dalam masa perkembangan, yang ditandai dengan tinggi badan yang lebih rendah dari standar usianya [1]. Masalah anak bertubuh pendek (stunting) merupakan salah satu bentuk gangguan gizi yang masih menjadi tantangan global, terutama di negara-negara berpenghasilan rendah dan berkembang. Stunting menjadi isu penting karena dikaitkan dengan meningkatnya risiko morbiditas dan mortalitas, perkembangan otak yang tidak optimal, keterlambatan kemampuan motorik, serta terhambatnya pertumbuhan kognitif dan mental anak. Kondisi ini merupakan hasil dari kegagalan pertumbuhan yang disebabkan oleh kekurangan asupan gizi secara kronis, yang dimulai sejak masa kehamilan hingga anak berusia 24 bulan [2].

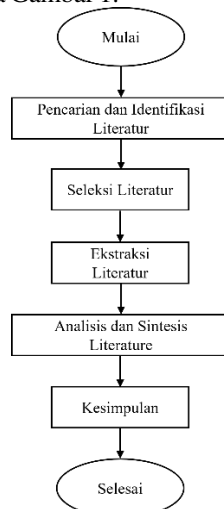
Terdapat berbagai faktor yang menyebabkan anak mengalami kekurangan gizi, salah satunya adalah keterbatasan akses terhadap makanan bergizi, khususnya di daerah pedesaan dan kawasan perkotaan dengan tingkat kemiskinan tinggi. Kondisi ekonomi yang sulit sering menjadi kendala dalam pemenuhan kebutuhan gizi anak, sehingga makanan yang dikonsumsi cenderung monoton dan tidak mencukupi kandungan nutrisi esensial. Selain itu, pola makan yang tidak seimbang serta minimnya pengetahuan mengenai pentingnya gizi bagi tumbuh kembang anak juga memperparah permasalahan ini. Sering dengan kemajuan teknologi dan perubahan gaya hidup, konsumsi makanan instan dan cepat saji yang rendah kandungan gizinya semakin meningkat, yang pada akhirnya turut memicu resiko kelebihan berat badan dan obesitas pada anak-anak [3].

Perkembangan teknologi, khususnya *smart health* yang mengintegrasikan *Internet of Things* (IoT), *Machine Learning*, dan *Artificial Intelligence* (AI), telah memberikan berbagai solusi inovatif dalam mengatasi beragam permasalahan. Teknologi ini berperan penting dalam membantu pemantauan kondisi gizi dan pertumbuhan anak, baik oleh orang tua maupun tenaga kesehatan. Penggunaan anak, baik oleh orang tua maupun tenaga kesehatan. Penggunaan *smart health* terbukti dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam memantau tumbuh kembang anak, baik dari sisi profesional medis maupun keluarga [4].

Studi literatur ini bertujuan untuk mengeksplorasi penerapan *smart health* sebagai inovasi digital dan pencegahan stunting dengan membaginya menjadi dua kelompok utama: deteksi dan pencegahan. Kebaruan penelitian ini terletak pada

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode tinjauan pustaka (*literature review*) untuk menghimpun dan menganalisis berbagai studi yang relevan terkait implementasi *smart health* sebagai inovasi digital dalam upaya pencegahan stunting. Pendekatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis temuan-temuan dari penelitian terdahulu yang telah dipublikasikan dalam jurnal ilmiah maupun konferensi yang membahas penerapan *smart health* pada kasus stunting anak. Metode tinjauan pustaka dipilih karena dinilai mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai perkembangan teknologi yang telah diterapkan, serta mengungkapkan potensi inovasi di masa mendatang. Tahapan-tahapan *systematic literature review* dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan *Systematic Literature Review*

2.1. Pengumpulan Literature

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur dengan tujuan untuk menganalisis dan Menyusun temuan dari berbagai jurnal serta artikel ilmiah terkait penggunaan *smart health* dalam pendeteksi dan pencegahan stunting pada anak-anak. Metode studi literature dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan, meninjau, dan menganalisis data sekunder dari berbagai sumber ilmiah yang relevan dengan topik. Proses studi literature mencakup tahapan pencarian, seleksi, dan evaluasi hasil penelitian terdahulu yang membahas implementasi *smart health*, seperti IoT, *Machine Learning*, dan AI dalam konteks deteksi dan pencegahan stunting.

Proses pengumpulan literature dilakukan melalui akses ke database ilmiah seperti Google Scholar, ScienceDirect, Garuda, dan IEEE. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian jurnal maupun artikel meliputi “*Smart Health*”, “Deteksi Stunting”, “*Internet of Things*”, “*Artificial Intelligence*”, “*Malnutrition*”. Artikel yang dipilih harus memenuhi kriteria seleksi, seperti diterbitkan dalam rentang waktu 5 tahun terakhir dan memiliki relevansi tinggi dengan topik *smart health*, IoT, serta AI untuk pendeteksi dan pecegahan stunting. Data yang dikumpulkan berasal dari artikel jurnal yang memenuhi kriteria tersebut.

Data yang diekstraksi dari literature akan dianalisis dan disintesis untuk mengidentifikasi pola serta keunggulan berbagai strategi *smart health* yang telah diterapkan dalam penelitian sebelumnya. Analisis dilakukan secara kualitatif dengan mengelompokkan temuan berdasarkan jenis teknologi dan metode yang digunakan, serta membandingkan efektivitas masing-masing teknologi. Berdasarkan hasil sintesis data, Kesimpulan disusun untuk merangkum temuan utama terkait penerapan *smart health* dalam pemantauan dan pedeteksi stunting terhadap anak-anak. Selain itu, rekomendasi akan diberikan untuk penerapan praktis serta arah penelitian di masa depan.

2.2. Seleksi Literature

Proses seleksi dilakukan dengan dua tahap, yaitu: pertama, menilai kesesuaian judul dan abstrak untuk memastikan relevansi, kedua, mengevaluasi metodologi dan hasil penelitian dalam teks penuh. Artikel yang tidak memenuhi kriteria kualitas, seperti kurangnya data empiris atau analisis yang tidak mendalam, dikeluarkan dari studi ini. Dari hasil penelusuran, diperoleh 20 artikel maupun jurnal yang relevan membahas tentang stunting dan telah diseleksi dari total 40 artikel ataupun jurnal yang didapati. Data tersebut ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pencarian literature dari database ilmiah

No.	Database	Jumlah Artikel Awal
1.	Google Scholar	28
2.	ScienceDirect	3
3.	Garuda	7
4.	IEEE Xplore	2
Total		40

2.3. Ekstraksi Literature

Proses ekstraksi data dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis untuk memastikan bahwa setiap informasi relevan dari artikel yang dipilih dapat diidentifikasi dan disintesis secara komprehensif. Data diekstraksi dari setiap artikel dengan focus pada beberapa elemen utama, seperti jenis teknologi yang digunakan, parameter yang dianalisis, metodologi yang diterapkan, dan hasil utama yang dilaporkan. Proses ini diawali dengan membaca teks penuh artikel untuk memastikan kesesuaian isi dengan focus penelitian. Setiap artikel dianalisis menggunakan inovasi teknologi untuk deteksi dan pemantauan stunting. Jurnal yang terkait dengan *smart health* untuk pendeksi dan pencegahan stunting dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama, yaitu: pendeteksi, pemantauan dan pencegahan. Misalnya, untuk kategori pendeteksi, informasi seperti sensor yang digunakan (misalnya, sensor *ultrasonic*, *load cell*, kamera, *augmented reality*), dan platform penyimpanan data (cloud atau local) dicatat secara terstruktur. Dari hasil penelusuran, diperoleh 20 artikel

maupun jurnal yang relevan membahas tentang stunting dan telah diseleksi dari total 40 artikel ataupun jurnal yang didapatkan. Data tersebut ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 2. Hasil Pencarian Literature

No.	Kategori	Jumlah Artikel
1.	Pemantauan	12
2.	Deteksi	13
3.	Pencegahan	15
Total		40

2.4. Sintetis Literature

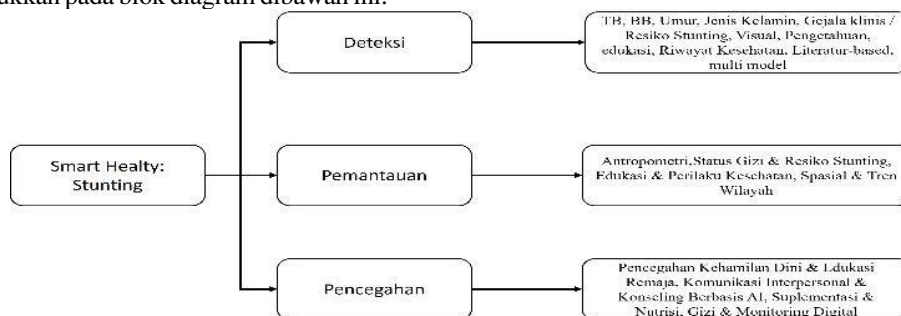
Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis dan disusun kembali guna mengidentifikasi pola, kecenderungan, serta kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode yang dikaji. Proses sintesis ini dilakukan melalui pengelompokan informasi berdasarkan kategori utama dalam penelitian, yaitu aspek pemantauan, deteksi, dan pencegahan. Pendekatan ini mempermudah pemahaman terhadap variasi penerapan teknologi dalam konteks *Smart Health* untuk stunting, mengevaluasi tingkat efektivitasnya, serta mengidentifikasi celah penelitian yang dapat dijadikan dasar pengembangan lebih lanjut.

Setelah proses sintesis selesai, disusunlah laporan akhir yang merangkum temuan-temuan utama terkait strategi pencegahan stunting di berbagai wilayah, peningkatan pengetahuan dalam deteksi dini pada anak, serta rekomendasi implementatif dan arah penelitian masa depan. Kajian literatur ini bertujuan untuk memberikan pemahaman menyeluruh mengenai integrasi teknologi *smart health* dalam sistem deteksi stunting, mengatasi berbagai hambatan yang ada, serta meningkatkan efisiensi dalam upaya pencegahan stunting pada anak.

Proses analisis dilakukan dengan cara mengamati pola dan kecenderungan pemanfaatan teknologi. Setiap temuan kemudian dibandingkan berdasarkan tingkat efektivitas, efisiensi pemantauan secara waktu nyata (*real-time*), ketepatan dalam mendeteksi kasus, serta kontribusinya dalam tindakan pencegahan. Analisis kualitatif juga digunakan untuk mengelompokkan berbagai teknologi berdasarkan keunggulan dan tantangan yang dihadapi dalam implementasinya.

3. HASIL DAN ANALISIS

Hasil studi literature ini mengidentifikasi 40 jurnal yang relevan dengan penerapan *smart health* untuk pemantauan, deteksi dan pencegahan stunting pada anak. Jurnal-jurnal ini dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama, yaitu: Pemantauan (jurnal), Deteksi (jurnal), serta pencegahan (jurnal). Pengelompokan ini mencerminkan fokus utama penelitian terkait pencegahan dan deteksi stunting pada anak berbasis teknologi cerdas. Studi literatur ini menegaskan bahwa teknologi *smart health*, khususnya yang berbasis IoT, AI, dan *machine learning*, memberikan solusi yang signifikan untuk mengatasi tantangan dalam pencegahan dan deteksi stunting. Teknologi ini memungkinkan pemantauan yang lebih mendalam, deteksi yang lebih akurat, dan optimasi yang lebih efisien dibandingkan metode konvensional. Namun, terdapat tantangan yang perlu diperhatikan, seperti biaya awal yang tinggi, kebutuhan infrastruktur teknologi yang memadai, dan adaptasi terhadap kondisi operasional lokal. Dengan demikian, hasil ini memberikan arah yang jelas untuk pengembangan lebih lanjut, terutama dalam menciptakan solusi yang lebih terjangkau dan adaptif terhadap berbagai kondisi lingkungan. Berdasarkan kualifikasi, *smart health* pada stunting dibagi menjadi 3 kategori, yaitu Deteksi, Pemantauan, dan Pencegahan dengan memiliki focus parameter dan aspek tersendiri, seperti yang ditunjukkan pada blok diagram dibawah ini.



Gambar 2. Diagram Blok berdasarkan kualifikasi

3.1. Teknologi Deteksi Pada Stunting

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi dan digital, upaya deteksi dini stunting kini dapat dilakukan secara lebih efektif, cepat, dan akurat melalui pemanfaatan berbagai inovasi teknologi. Teknologi deteksi stunting hadir untuk mendukung tenaga kesehatan dan masyarakat dalam mengidentifikasi risiko pertumbuhan anak yang tidak sesuai standar, sehingga intervensi dapat dilakukan sedini mungkin. Berbagai pendekatan seperti penggunaan sensor berbasis *Internet of Things* (IoT), kecerdasan buatan (AI), sistem pakar, serta aplikasi mobile telah dikembangkan untuk mempermudah proses pencatatan, analisis, dan pelaporan kondisi gizi anak secara terintegrasi.

Tabel 3. Penelitian Terkait Teknologi Deteksi Stunting

No.	Parameter yang Dideteksi	Judul	Metode yang Digunakan
1.	Tinggi dan Berat Badan Balita, Umur, Jenis Kelamin	[5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12]	Web App + sensor ultrasonic & load cell, Random Forest + Flask + Railway, Jaringan Syaraf Tiruan (Backpropagation), Voting Classifier (RF, DT, SVM, XGB), Decision Tree + SMOTE, Android App + Pelatihan Kader, Kotlin + Kalkulator Gizi, Skoring Manual + Kartu Prediksi Stunting
2.	Gejala klinis atau Resiko Stunting	[13]	Certainty Factor + Sistem Pakar
3.	Visual (citra tubuh bayi)	[14]	YOLOv4 + AR + OpenCV
4.	Pengetahuan, edukasi, dan Riwayat Kesehatan	[1][2]	Web App + Edukasi KDS Online, Android App + Pretest-posttest
5.	Literatur-based, multi model	[15]	RF, XGB, SVM, ResNet18, Explainable AI (XAI)

Berdasarkan Tabel 3, beragam metode deteksi stunting yang digunakan dalam berbagai jurnal memiliki kelebihan masing-masing yang mendukung efektivitas dan efisiensi dalam upaya penanganan masalah stunting. Metode berbasis sensor fisik seperti Arduino Uno, sensor ultrasonik, dan load cell memiliki keunggulan dalam memberikan hasil pengukuran tinggi dan berat badan balita secara objektif dan *real-time*. Teknologi ini juga mampu meminimalkan kesalahan manusia dalam proses pengukuran dan sangat cocok diterapkan di daerah dengan keterbatasan tenaga kesehatan karena bersifat portabel dan ekonomis. Metode berbasis aplikasi kalkulator deteksi stunting (KOKI) yang dikembangkan dalam bentuk aplikasi web menunjukkan kemudahan dalam penggunaan oleh kader Posyandu. Aplikasi ini hanya memerlukan data dasar antropometri untuk mengidentifikasi status gizi anak, serta mampu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan kader dalam deteksi dini stunting. Penggunaan algoritma kecerdasan buatan seperti *Random Forest*, *Convolutional Neural Network* (CNN), dan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) juga memberikan keunggulan berupa akurasi yang tinggi dalam klasifikasi status gizi dan deteksi risiko stunting. Metode ini mampu memproses data dalam jumlah besar serta mempertimbangkan berbagai variabel, sehingga hasil yang diperoleh lebih tepat dan informatif.

Metode berbasis komputer vision dan *augmented reality*, seperti penggunaan YOLOv4 dan OpenCV, memungkinkan pengukuran tinggi badan bayi secara otomatis tanpa kontak fisik, yang memberikan kenyamanan dan keamanan bagi anak. Sistem ini terbukti lebih cepat dan efisien dibandingkan metode manual, serta menunjukkan potensi untuk diterapkan di berbagai lingkungan, termasuk rumah tangga. Selain itu, pendekatan menggunakan sistem pakar dengan metode Certainty

Factor memberikan kemudahan dalam mendiagnosis gejala awal stunting berdasarkan input gejala dari pengguna. Sistem ini sangat membantu masyarakat dalam melakukan konsultasi mandiri yang cepat dan sederhana melalui antarmuka berbasis web. Penggunaan aplikasi mobile berbasis Android juga memiliki banyak kelebihan, terutama dalam hal aksesibilitas yang luas, kemudahan digitalisasi data, dan integrasi fitur edukasi, notifikasi, serta grafik pemantauan pertumbuhan anak. Hal ini mempermudah kader maupun orang tua dalam melakukan pemantauan dan pencatatan perkembangan gizi anak secara praktis. Dalam hal edukasi, pemanfaatan media berbasis kecerdasan buatan seperti chatbot di WhatsApp dan Canva memberikan pengalaman belajar yang interaktif, empatik, dan mudah dipahami oleh pengguna, terutama bagi masyarakat dengan tingkat literasi yang rendah. Terakhir, metode analisis spasial seperti *Moran's I* dan *Local Indicator of Spatial Association* (LISA) memberikan keunggulan dalam mengidentifikasi pola distribusi geografis kejadian stunting. Informasi ini sangat berguna bagi pembuat kebijakan untuk menyusun intervensi yang lebih terarah dan berbasis wilayah.

Namun, terdapat beberapa tantangan utama dalam implementasi teknologi ini, ditemukan dalam berbagai inovasi deteksi stunting yang dikaji. Pertama, dari sisi teknologi dan infrastruktur, banyak sistem yang masih bergantung pada akses internet dan perangkat digital seperti smartphone dan komputer. Hal ini menjadi tantangan utama, terutama di wilayah pedesaan atau terpencil yang belum memiliki infrastruktur teknologi yang memadai. Selain itu, sebagian besar aplikasi hanya tersedia dalam platform Android, sehingga tidak dapat diakses oleh pengguna IOS atau perangkat lainnya.

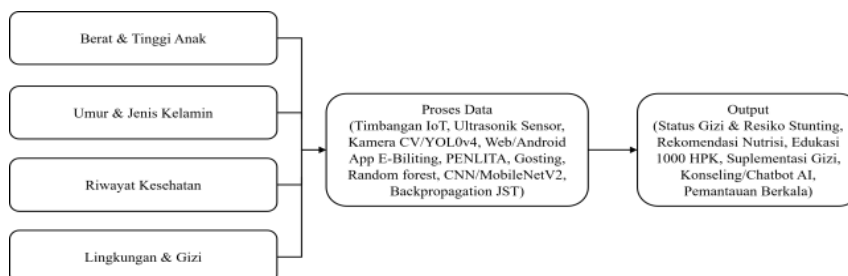
Kedua, keterbatasan pada fitur dan data juga menjadi kendala penting. Banyak aplikasi belum terintegrasi langsung dengan sistem data kesehatan nasional seperti milik Puskesmas atau Dinas Kesehatan. Sebagian besar aplikasi juga hanya berfokus pada data berat dan tinggi badan anak, tanpa mempertimbangkan faktor pendukung lainnya seperti pola makan, sanitasi lingkungan, dan riwayat kesehatan. Bahkan, beberapa aplikasi menggunakan dataset terbatas atau belum merepresentasikan kondisi lokal di Indonesia, sehingga akurasi diragukan untuk digunakan secara luas.

Ketiga, dari aspek metodologis, banyak penelitian menggunakan desain pra-eksperimental yang tidak melibatkan kelompok kontrol maupun randomisasi. Hal ini menyebabkan potensi bias dalam hasil penelitian dan menyulitkan generalisasi temuan ke populasi yang lebih besar. Jumlah responden dalam sebagian besar penelitian juga tergolong kecil, biasanya hanya berkisar antara 15 hingga 40 orang. Selain itu, sebagian besar aplikasi belum diuji efektivitasnya dalam jangka panjang maupun dalam kondisi lapangan secara nyata.

Selanjutnya, pada aspek implementasi teknis, terdapat sistem yang belum dilengkapi dengan fitur penting seperti visualisasi data tren stunting atau sistem peringatan dini. Beberapa sistem yang menggunakan model kecerdasan buatan seperti *Random Forest*, CNN, atau jaringan syaraf tiruan, tidak menyertakan fitur interpretatif atau interaktif bagi pengguna awam, yang dapat membatasi pemanfaatannya secara praktis oleh kader kesehatan atau masyarakat umum.

Terakhir, sebagian besar aplikasi belum dilengkapi dengan fitur konsultasi dengan tenaga medis, dan masih sangat bergantung pada pengisian data secara manual oleh pengguna. Hal ini rentan terhadap kesalahan input dan misinterpretasi hasil. Meskipun inovasi ini memiliki potensi besar dalam mendeteksi stunting secara dini, sebagian besar masih berada pada tahap awal pengembangan dan memerlukan uji coba berskala besar serta evaluasi lebih mendalam untuk membuktikan efektivitas dan keberlanjutannya.

3.2. Teknologi Pemantauan Pada Stunting



Gambar 3. Blok Diagram Sistem Pemantaun, Deteksi, dan Pencegahan Stunting

Teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), dan *Machine Learning* telah diterapkan secara luas dalam upaya pemantauan, deteksi, dan pencegahan stunting secara waktu nyata (*real-time*). Berbagai perangkat seperti timbangan pintar berbasis IoT, sensor ultrasonik, kamera computer vision dengan algoritma YOLOv4, serta aplikasi Android seperti E-Biliting, PELITA-Smart, dan Gosting, digunakan untuk mengumpulkan data penting mengenai tinggi badan, berat badan, usia, jenis kelamin, hingga status gizi anak. Teknologi ini memanfaatkan pemrosesan otomatis berbasis AI dan machine learning, termasuk metode Random Forest, CNN/MobileNetV2, dan Backpropagation JST, untuk menganalisis dan mengklasifikasikan risiko stunting secara efisien.

Data yang diperoleh dari perangkat-perangkat ini kemudian dikirim ke platform digital berbasis MySQL menggunakan jaringan nirkabel seperti WiFi atau teknologi jarak jauh seperti Citra Satelit atau Machine Learning. Teknologi ini terbukti efektif digunakan di wilayah terpencil yang memiliki keterbatasan akses internet, karena memungkinkan transmisi data dengan konsumsi daya rendah dalam jangkauan yang luas. Meski demikian, tantangan seperti interferensi sinyal, keterbatasan perangkat, dan ketergantungan pada kondisi lingkungan masih menjadi kendala yang perlu diatasi. Salah satu solusi yang disarankan adalah penerapan sistem jaringan mesh, yang memungkinkan setiap perangkat saling terhubung dan memperkuat jalur komunikasi data secara otomatis.

Dari berbagai penelitian dalam dokumen, implementasi teknologi *smart health* terbukti dapat meningkatkan efisiensi pemantauan stunting hingga 95%, dengan keunggulan utama berupa akurasi pengukuran tinggi dan berat badan, kemudahan dalam interpretasi data, serta respons yang lebih cepat terhadap kondisi anak yang berisiko stunting. Sistem-sistem tersebut juga mendukung pelaporan digital secara otomatis melalui platform seperti whatsapp, web, dan AI sehingga sangat mendukung upaya pengambilan keputusan cepat oleh tenaga kesehatan maupun kader di lapangan.

Dengan demikian, integrasi teknologi IoT dan AI dalam pemantauan stunting tidak hanya mempercepat deteksi dan analisis, tetapi juga membuka peluang besar dalam pengembangan sistem kesehatan digital yang efisien, adaptif, dan dapat diandalkan, terutama di daerah dengan keterbatasan sumber daya. Studi-studi yang dikaji dalam dokumen juga menyoroti bahwa pendekatan ini memiliki potensi besar untuk menggantikan metode konvensional yang masih bergantung pada pencatatan manual dan pengukuran yang bersifat subjektif.

Tabel 4. Penelitian Terkait Teknologi Pemantauan Pada Stunting

No.	Pemantauan	Parameter yang dipantau	Sensor	Pengiriman Data	Penyimpanan Data
1.	Pemantauan Pertumbuhan Fisik Anak (Antropometri) [3] [16] [17] [18] [19] [20] [21]	Berat Badan, Tinggi Badan, lingkaran kepala, lingkaran lengan atas, dan indeks z-score (WHO)	Timbangan digital + sensor tinggi, sensor otomatis (RFID e-KMS), manual input	Android App, Sistem informasi SIPE, SQLite, RISKESDAS, SUSENAS	Aplikasi lokal, Real-time, data lokal & simulasi longitudinal, database MySQL
2.	Pemantauan Status Gizi & Risiko Stunting [22] [23] [24]	Status Gizi (stunting, wasting, underweight), Imunisasi, Vitamin A, fisik, kognitif	Manual input + AI analitik, Data Sekunder (NFHS)	Android APP (PELITA-Smart)(PWA), GIS & analisis spasial	Data kelurahan/dinas, data digital menggantikan KMS, cloud database
3.	Pemantauan Edukasi & Perilaku Kesehatan [25] [24]	Pengetahuan ibu, praktik pijat bayi, ASI, jadwal posyandu, edukasi ASI, Partisipasi ayah	Manual input + Video edukatif, SMS + Youtube	Android App via Internet, SMS, PWA, Youtube	Cloud database

4.	Pemantauan Spasial dan Tren Wilayah [26]	Prevalensi, Stunting, Wasting, Underweight	Data Sekunder NFHS-4 & NHFS-5	GIS Software	Spatial database (LISA, Morans's I)
----	--	--	-------------------------------	--------------	-------------------------------------

Berbagai jurnal yang membahas pemantauan status gizi dan stunting pada anak menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi, baik berbasis *Internet of Things* (IoT), kecerdasan buatan (AI), maupun analisis spasial, memberikan keunggulan dalam hal efisiensi, kemudahan akses, serta kemampuan untuk menampilkan data secara sistematis dan informatif. Misalnya, sistem timbangan pintar mampu melakukan pemantauan *real-time* menggunakan sensor berat dan tinggi badan serta memberikan rekomendasi gizi langsung melalui aplikasi Android. Aplikasi berbasis AI untuk kader juga mempermudah pelaporan dan pelacakan pertumbuhan anak secara digital, bahkan dapat diintegrasikan dengan berbagai platform komunikasi. Sementara itu, pemanfaatan data sekunder berskala nasional seperti NFHS, SUSENAS, dan RISKESDAS dipadukan dengan citra satelit dan analisis spasial (seperti Moran's I dan LISA), memungkinkan pemetaan wilayah-wilayah rawan stunting untuk mendukung kebijakan yang berbasis data.

Namun demikian, masing-masing pendekatan memiliki keterbatasan. Beberapa sistem sangat bergantung pada koneksi internet dan perangkat keras tertentu, serta membutuhkan literasi digital pengguna yang memadai. Aplikasi yang tidak dilengkapi sensor otomatis mengandalkan input manual, sehingga rentan terhadap kesalahan data. Selain itu, pemantauan berbasis data sekunder tidak dapat dilakukan secara *real-time* dan tidak memungkinkan pelacakan individu secara spesifik. Dengan demikian, meskipun pendekatan digital dan spasial memiliki potensi besar dalam mendukung upaya pencegahan dan penanganan stunting, diperlukan integrasi antar sistem serta peningkatan validasi dan pelatihan pengguna agar efektivitasnya dapat lebih optimal di berbagai lapangan.

3.3. Teknologi Pencegahan Pada Stunting

Stunting merupakan masalah gizi kronis yang berdampak jangka panjang terhadap pertumbuhan fisik dan perkembangan kognitif anak. Pencegahan stunting menjadi langkah strategis yang jauh lebih efektif dibandingkan penanganan, karena dapat memutus rantai antargenerasi serta meningkatkan kualitas sumber daya manusia sejak dini. Untuk itu, upaya pencegahan perlu dilakukan secara menyeluruh melalui intervensi multidimensi yang mencakup aspek gizi, kesehatan, sanitasi, pendidikan, sosial ekonomi, dan pemanfaatan teknologi.

Tabel 5. Penelitian Terkait Teknologi Pencegahan Pada Stunting No.

	Aspek Pencegahan	Metode
1.	Pencegahan Kehamilan Dini & Edukasi Remaja [27] [28] [29] [30] [31] [32] [33] [34]	Website + E-health education, IoT + M-KIA Integration, Pelatihan Kader + Sistem Digital, Android + ChatGPT Chatbot, App + Behaviour Change Communication, Kalkulator Gizi + Live Chat + pelaporan pemerintah, android + Random Forest + Agile Development, KNN + PHP + MySQL, pendekatan cross-sectional, analisis chi-square.
2.	Komunikasi Interpersonal & Konseling Berbasis AI [35]	WhatsApp Chatbot + Canva
3.	Suplementasi & Nutrisi [36] [37]	RCT + Biomarker analysis, CNN + MobileNetV2 + Firebase
4.	Gizi & Monitoring Digital [38] [39] [40] [41]	CNN tensorflow lite, ML + Text-to-audio+Image Processing, CNN + MobileNetV2 + Android, Cross-sectional + Regression

Pada kelima penelitian mengenai pencegahan stunting menunjukkan pendekatan yang beragam dan inovatif, mulai dari pemanfaatan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) seperti dalam sistem E-STARE yang mengintegrasikan edukasi dan konsultasi gizi secara daring, hingga penggunaan chatbot AI untuk komunikasi interpersonal yang efektif dalam meningkatkan literasi gizi masyarakat. Penelitian lain seperti Kartu Deteksi Stunting Online (KDS) dan Revitalisasi Posyandu Remaja menitik beratkan pada penguatan peran ibu dan remaja dalam memantau tumbuh kembang anak secara dini, sementara uji klinis di Uganda membuktikan efektivitas suplemen berbasis lemak dalam memperbaiki status mikronutrien anak. Meskipun

memiliki keunggulan dari sisi edukasi, aksesibilitas, dan pendekatan preventif, masing-masing penelitian juga memiliki keterbatasan, seperti belum adanya sistem pemantauan real-time, belum terujinya efektivitas dalam jangka panjang, ketergantungan pada input manual, serta keterbatasan dalam penerapan lintas konteks geografis. Oleh karena itu, dibutuhkan integrasi dan validasi lanjutan agar strategi-strategi ini dapat diimplementasikan secara optimal dalam skala luas.

3.4. Implikasi Penggunaan *Smart Health* Pada Stunting

Penggunaan *smart health* dalam penanganan stunting memberikan berbagai implikasi positif yang signifikan. Pertama, teknologi digital seperti aplikasi berbasis *web* dan *mobile*, perangkat berbasis *Internet of Things (IoT)*, serta kecerdasan buatan (AI) terbukti mampu meningkatkan deteksi dini stunting pada balita secara lebih akurat dan efisien. Hal ini membantu tenaga kesehatan dan kader posyandu dalam mengambil tindakan lebih cepat dan tepat. Kedua, penerapan *smart health* meningkatkan pengetahuan dan keterampilan ibu serta kader posyandu melalui media edukasi digital, seperti video interaktif, chatbot berbasis WhatsApp, serta aplikasi berbasis AI. Edukasi ini memberikan pemahaman lebih baik terkait pentingnya 1000 Hari Pertama Kehidupan (HPK), gizi seimbang, dan pemantauan tumbuh kembang anak.

Ketiga, sistem digital memungkinkan pemantauan status gizi dan pertumbuhan anak secara berkelanjutan melalui fitur pelacakan berat badan, tinggi badan, lingkaran kepala, serta rekomendasi gizi yang disesuaikan dengan kebutuhan anak. Hal ini memperkuat peran orang tua dalam memantau perkembangan anak dan mencegah stunting sejak dini. Keempat, teknologi *smart health* mendukung penguatan kapasitas kelembagaan, khususnya posyandu dan institusi masyarakat pedesaan, dalam mengelola data stunting secara digital, menggantikan sistem manual yang rentan kehilangan data. Dengan adanya pengelolaan data yang lebih baik, proses intervensi gizi dan pelaporan menjadi lebih efektif dan efisien.

Meskipun demikian, terdapat beberapa kendala dalam implementasi, seperti keterbatasan akses internet dan perangkat teknologi di wilayah terpencil, rendahnya literasi digital pada sebagian kader, serta belum banyaknya penelitian yang mengevaluasi dampak jangka panjang penggunaan *smart health* terhadap penurunan angka stunting secara langsung. Dengan demikian, penggunaan *smart health* berpotensi besar dalam mendukung upaya percepatan penanggulangan stunting, asalkan diimbangi dengan penyediaan infrastruktur, pelatihan sumber daya manusia, dan pemantauan berkelanjutan.

3.5. Perbandingan Efektivitas Penggunaan *Smart Health* dan Metode Konvensional

Pemantauan stunting dengan metode konvensional dan pendekatan *smart health* menunjukkan perbedaan yang cukup mencolok dari segi efektivitas, kecepatan, serta tingkat akurasi. Tabel 6 menggambarkan secara rinci perbandingan efektivitas antara kedua pendekatan tersebut. Berdasarkan tabel tersebut, implementasi *smart health* menunjukkan peningkatan yang nyata dalam berbagai aspek terkait penanganan stunting, terutama dalam proses pemantauan, deteksi dini, dan pencegahan, jika dibandingkan dengan metode konvensional yang masih mengandalkan pengamatan manual dan pengumpulan data secara offline.

Salah satu perbedaan paling signifikan terletak pada sistem pemantauan kinerja. Pendekatan konvensional, yang bersandar pada inspeksi manual serta tidak dilengkapi dengan sistem pemantauan waktu nyata, sering kali mengalami keterlambatan dalam mengidentifikasi penurunan status gizi atau kesalahan dalam pencatatan data. Sebaliknya, *smart health* yang didukung oleh teknologi *Internet of Things (IoT)* dan sistem basis data seperti MySQL, memungkinkan pemantauan secara *real-time*, sehingga potensi masalah dapat segera terdeteksi dan ditindaklanjuti dengan cepat. Efektivitas pemantauan mengalami peningkatan hingga 95% melalui penerapan *smart health*, berkat proses pengumpulan data yang berlangsung secara kontinu dan kemampuan analisis otomatis, yang memberikan keunggulan signifikan dibandingkan metode manual yang memakan waktu dan bergantung pada estimasi atau observasi terbatas.

Tabel 6. Perbandingan Efektivitas Penggunaan *Smart Health* dan metode konvensional

No.	Aspek	Smart Health	Metode Konvensional	Efektivitas
1.	Deteksi Dini	Lebih cepat dan akurat menggunakan sensor, AI, dan aplikasi deteksi otomatis	Lambat, mengandalkan pengukuran manual dan observasi visual	KDS Online meningkatkan skor deteksi dari median 24 → 87; contactless system capai akurasi 93,2%; Timbangan Pintar capai 95% akurasi

2.	Edukasi	Interaktif, fleksibel, menggunakan video, chatbot, dan artikel digital	Mengandalkan penyuluhan luring, pamflet, dan dialog satu arah	Peningkatan pengetahuan kader dan ibu signifikan pasca sosialisasi dengan media AI; penggunaan chatbot mempercepat pemahaman informasi
3.	Pemantauan Gizi	Pemantauan rutin berbasis grafik dan sistem peringatan otomatis berbasis IoT	Dicatat manual di Buku KIA/KMS yang rentan hilang dan tidak real time	Aplikasi Android AI mempermudah pelacakan status gizi dan grafik pertumbuhan; memungkinkan deteksi peringatan stunting secara langsung
4.	Akses dan Jangkauan	Luas, dan tergantung teknologi	Bergantung pada jadwal posyandu dan tenaga kesehatan	Aplikasi dapat digunakan mandiri oleh ibu di rumah; keterbatasan hanya pada area yang belum terjangkau teknologi
5.	Efektivitas Jangka Panjang	Potensial tinggi (perlu evaluasi lebih lanjut)	Telah lama digunakan, tapi hasil penurunan stunting stagnan	Studi belum secara longitudinal mengevaluasi penurunan prevalensi stunting; namun menunjukkan peningkatan literasi dan kesiapan intervensi

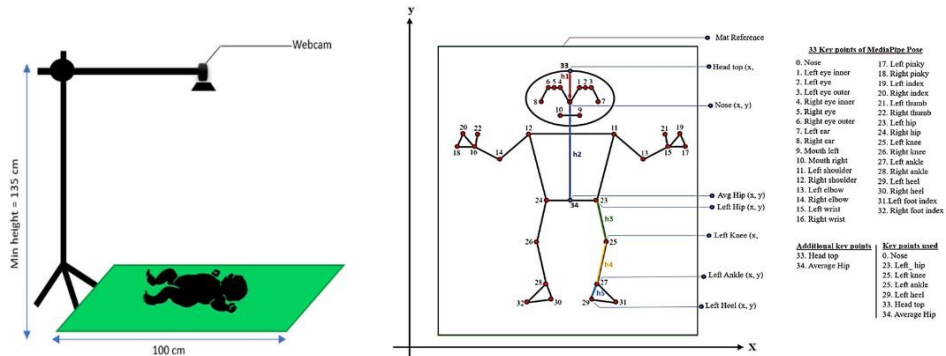
Meskipun penggunaan *smart health* menawarkan berbagai keunggulan dalam percepatan deteksi dan edukasi stunting, terdapat sejumlah kelemahan yang perlu diperhatikan dalam implementasinya. Pertama, pendekatan ini sangat bergantung pada infrastruktur teknologi, seperti ketersediaan akses internet dan perangkat digital, yang masih menjadi kendala di wilayah pedesaan dan daerah tertinggal. Kedua, tingkat literasi digital yang rendah pada sebagian kader posyandu, tenaga kesehatan, maupun masyarakat umum menjadi hambatan dalam pemanfaatan aplikasi secara optimal.

Ketiga, sebagian besar intervensi *smart health* masih berada pada tahap uji coba terbatas dan belum dievaluasi secara menyeluruh terhadap efektivitas jangka panjangnya dalam menurunkan angka stunting. Keempat, kompleksitas teknis dari beberapa sistem, seperti alat ukur berbasis kecerdasan buatan atau *computer vision*, menuntut adanya pelatihan khusus dan pendampingan teknis yang memadai. Kelima, banyak aplikasi yang belum terintegrasi dengan sistem informasi kesehatan nasional, sehingga data yang dikumpulkan tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal dalam perencanaan kebijakan dan intervensi kesehatan.

Selain itu, aspek keamanan dan privasi data juga menjadi perhatian, mengingat aplikasi digital ini mengumpulkan data pribadi anak dan keluarga yang berpotensi disalahgunakan apabila tidak dilengkapi dengan sistem perlindungan data yang memadai. Oleh karena itu, pengembangan dan implementasi *smart health* dalam penanganan stunting perlu disertai dengan pendekatan holistik yang mempertimbangkan kesiapan infrastruktur, kapasitas sumber daya manusia, integrasi sistem, serta perlindungan data pengguna.

3.6. Contoh Alat Deteksi Stunting Berbasis Teknologi

Salah satu inovasi teknologi dalam deteksi dini stunting adalah sistem pengukuran tinggi badan bayi tanpa kontak fisik, yang dikembangkan menggunakan teknik *computer vision* dan algoritma *Media Pipe Pose* [14]. Sistem ini dirancang untuk mengatasi keterbatasan metode konvensional yang mengharuskan kontak langsung dan sering kali menghasilkan pengukuran yang tidak akurat, terutama pada bayi yang tidak dapat berdiri tegak.



Gambar 4. Desain alat dengan 33 poin kunci pose MediaPipe dan MediaPipe yang dimodifikasi

Alat ini terdiri dari:

- Kamera/Webcam Standar untuk menangkap citra bayi yang berbaring.
- Alas referensi hijau berukuran tetap (100 cm) sebagai acuan konversi piksel ke cm.
- Algoritma Media Pipe Pose yang dimodifikasi, digunakan untuk mendeteksi titik-titik kunci tubuh bayi seperti kepala, hidung, pinggul, lutut, pergelangan kaki, dan tumit.
- Sistem pemrosesan citra yang menghitung jarak antar titik menggunakan rumus Euclidean dan menggabungkannya menjadi estimasi tinggi badan.

Cara Kerja Sistem:

1. Pengambilan Gambar
Bayi diletakkan di atas alas hijau, dan gambar diambil menggunakan webcam dari atas.
2. Deteksi Alat Referensi
Sistem mengenali panjang alas (100 cm) sebagai skala konversi dari piksel ke ukuran fisik
3. Deteksi Titik Kunci Tubuh
MediaPipe Pose mendeteksi 33 titik tubuh, namun sistem hanya menggunakan titik-titik relevan untuk pengukuran tinggi.
4. Modifikasi Titik Kunci
Titik puncak kepala dihitung dari jarak antara hidung dan titik tengah pinggul dikalikan dengan koefisien tertentu berdasarkan proporsi tubuh bayi.
5. Perhitungan Jarak
Lima segmen tubuh dihitung : h1 (kepala ke hidung), h2 (hidung ke pinggul), h3 (pinggul ke lutut), h4 (lutut ke pergelangan kaki), h5 (pergelangan kaki ke tumit). Total tinggi badan diperoleh dari penjumlahan kelima segmen
6. Konversi dan Visualisasi
Jarak piksel dikonversi ke cm menggunakan panjang alas sebagai referensi, lalu hasil ditampilkan secara numerik dan visual

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan *smart health* yang berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), dan *Machine Learning* (ML) sangat menjanjikan dalam upaya deteksi dan pencegahan stunting pada anak. Teknologi ini terbukti mampu meningkatkan efektivitas pemantauan status gizi anak hingga 95%, memberikan hasil deteksi yang lebih cepat dan akurat, serta mempermudah proses edukasi kepada masyarakat melalui media digital yang interaktif dan fleksibel. Beragam inovasi telah dikembangkan, seperti aplikasi berbasis sensor, sistem pengukuran otomatis, hingga media edukasi berbasis chatbot dan video. Teknologi ini tidak hanya membantu tenaga kesehatan dan kader posyandu dalam mengidentifikasi risiko stunting secara dini, tetapi juga memberdayakan orang tua dalam memantau pertumbuhan anak secara mandiri.

Namun demikian, efektivitas penerapan *smart health* masih dipengaruhi oleh beberapa kendala, seperti keterbatasan infrastruktur teknologi, rendahnya literasi digital di kalangan pengguna, serta kurangnya integrasi dengan sistem informasi kesehatan nasional. Sebagian besar teknologi yang diimplementasikan juga masih berada pada tahap uji coba dan belum dievaluasi secara menyeluruh dalam jangka panjang. Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan peran *smart health* dalam penanggulangan stunting, diperlukan integrasi sistem yang lebih baik, dukungan infrastruktur yang memadai, peningkatan kapasitas sumber daya manusia, serta evaluasi lapangan yang berkelanjutan. Selain itu, kebijakan nasional yang berpihak pada transformasi digital di sektor kesehatan juga menjadi kunci keberhasilan implementasi strategi ini dalam skala luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. I. Pratiwi, W. Gozali, K. E. Giri, A. T. Astuti, and N. A. D. Sekarini, "Penerapan Kalkulator Deteksi (Koki) Sebagai Aplikasi Berbasis Web Untuk Deteksi Dini Stunting Bagi Kader Posyandu Di Wilayah Kerja Puskesmas Sukasada I," *J. Widya Laksana*, vol. 12, no. 2, pp. 195–203, 2023, doi: 10.23887/jwl.v12i2.52060.
- [2] T. Siswina and O. F. Akbarini, "Pengaruh Program Kartu Deteksi Stunting Online Terhadap Kemampuan Deteksi Stunting Di Kota Pontianak," *J. Vokasi Kesehat.*, vol. 7, no. 1, p. 13, 2021, doi: 10.30602/jvk.v7i1.713.
- [3] S. H. Mayrohmah, A. Supriyanto, T. R. Nugroho, and P. I. Surakarta, "TIMBANGAN PINTAR SEBAGAI ALTERNATIF PENCEGAHAN STUNTING BERBASIS INTERNET OF THINGS DAN ARTIFICIAL," no. November, pp. 1294–1306, 2024.
- [4] M. R. Elektro, U. I. Indonesia, and S. Monitoring, "SMART SYSTEM UNTUK PEMANTAUAN DAN OPTIMASI KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA," no. 1, 2025, doi: 10.14710/transmisi.27.1.20-32.
- [5] F. M. Karya, A. Lubis, S. R. Ningsih, C. L. Andesti, Z. Efendi, and I. Artikel, "Sosialisasi Dan Pelatihan Penggunaan Aplikasi Pendeteksi Stunting Pada Balita Berbasis Arduino Uno," vol. 02, no. 02, pp. 104–110, 2025.
- [6] S. Nanda, S. Iswahyudi, and R. E. Putra, "Sistem Deteksi Stunting pada Balita Berbasis Web Menggunakan Metode Random Forest," vol. 06, pp. 755–764, 2024.
- [7] M. Roni, D. Syauqy, and R. Primananda, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Dini Status Gizi dan Risiko Stunting pada Balita berdasarkan Tinggi dan Berat Badan menggunakan Metode JST Backpropagation," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 7, pp. 3155–3160, 2022, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [8] A. Husaini, I. Hoeranis, H. H. Lumana, and L. D. Puspareni, "Early Detection of Stunting in Toddlers Based on Ensemble Machine Learning in Purbaratu Tasikmalaya," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 11, no. 3, p. 487, 2023, doi: 10.26418/justin.v11i3.66465.
- [9] N. Azizah, E. Budiarti, A. Azis, M. Arsan, M. Nur, and H. Al, "Klasifikasi Status Gizi Anak dengan Decision Tree Berdasarkan Data Stunting di Kabupaten Gowa Child Nutrition Status Classification with Decision Tree Based on Stunting Data in Gowa Regency," vol. 12, no. 4, pp. 609–615, 2024, doi: 10.26418/justin.v12i4.79636.
- [10] R. D. Aisyah, S. Suparni, and E. Subowo, "Pemanfaatan Aplikasi Starting (Smart Detection for Stunting) Dalam Deteksi Risiko Stunting," *Link*, vol. 20, no. 2, pp. 66–72, 2024, doi: 10.31983/link.v20i2.11870.
- [11] A. P. A. Gita, N. T. Surya, and A. Setyaningsih, "Aplikasi stunting berbasis android guna mempercepat deteksi dini kejadian stunting," *J. Public Heal. Innov.*, vol. 3, no. 02, pp. 142–150, 2023, doi: 10.34305/jphi.v3i02.714.
- [12] H. P. Wahyuningsih, J. Kebidanan, P. Kemenkes Yogyakarta, J. Mangkuyudan, M. J. Iii/304 Yogyakarta, and I. 55143, "Pendampingan ibu balita dalam melakukan deteksi dini stunting melalui skoring menggunakan Kartu Prediksi Stunting Heni (KPSH)," *J. Kesehat. Pengabd. Masy.*, vol. 1, no. 2, pp. 55–61, 2020.
- [13] A. N. Chafidin, A. Triayudi, and A. Andrianingsih, "Sistem Pendeteksi Gejala Stunting pada Anak dengan Metode Certainty factor Berbasis Website," *J. JTik (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 6, no. 3, pp. 366–377, 2022, doi: 10.35870/jtik.v6i3.434.
- [14] Risfendra, Aripriharta, Suherman, G. F. Ananda, and D. S. Putra, "Contactless Infant

- Height Measurement for Enhanced Early Detection of Stunting Using Computer Vision Techniques,” *IEEE Access*, vol. 13, no. March, pp. 42364–42376, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3548159.
- [15] I. J. Informatika, M. Teknologi, N. Purwati, and T. Widiatoro, “AI AND MACHINE LEARNING UNTUK DIAGNOSIS DAN INTERVENSI DINI PADA STUNTING BALITA : A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW,” vol. 27, pp. 71–86, 2025, doi: 10.23969/infomatek.v27i1.24136.
- [16] Umiatin, I. Ratna Kartika, D. Sukmawati, R. Putri Nur Ifa, and P. Amanda Putri, “Pemberdayaan Kader Peduli Stunting melalui Penerapan Smart Anthropometric ‘Nimbang Balita’ di Posyandu Nusa Indah 3, Desa Majalaya, Cianjur.,” vol. 6, no. 2, pp. 1687–1695, 2025.
- [17] R. Bagus and A. Romli, “Mobile Health Monitoring Application as an Effort to Detect Stunting in Early Childhood Based on Android,” *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 679–689, 2024, doi: 10.35314/6m2tse18.
- [18] C. R. Leonard, Ayu Arista, Muhammad Kurnia, Rahmawati, and Muhammad Rachmat, “Pengembangan Aplikasi Stunting Care untuk Pemantauan Pertumbuhan Anak,” *War. LPM*, vol. 27, no. 2, pp. 361–371, 2024, doi: 10.23917/warta.v27i2.4388.
- [19] W. Syaroni and Z. Munir, “Pemanfaatan Aplikasi Android dalam,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 9, no. 3, pp. 189–196, 2020.
- [20] E. Supriatin and L. Lindayani, “Factors Related to Behavior in Implementing Patient Safety in Nurses,” *Dunia Keperawatan J. Keperawatan dan Kesehatan.*, vol. 9, no. 2, p. 55, 2021, doi: 10.20527/dk.v9i1.8257.
- [21] R. E. Caraka *et al.*, “Understanding Pediatric Health Trends in Papua: Insights from SUSENAS, RISKESDAS, Remote Sensing, and Its Relevance to Prabowo and Gibran’s Free Lunch and Milk Program,” *IEEE Access*, vol. 12, no. March, pp. 51536–51555, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3380018.
- [22] P. Utami, P. Daryuni, R. Permata Rifayanto, and Y. Mahendra, “Pengembangan Aplikasi Android Berbasis AI Untuk Kader Institusi Masyarakat Pedesaan (IMP) Sebagai Strategi Peningkatan Penanganan Stunting Development Of Ai-Based Android Applications For Rural Community Institution (Imp) Cadres As A Strategy To Improve S,” *J. Kesehat. Masy.*, vol. 9, no. 2, pp. 106–120.
- [23] T. Terttiaavini, “Pengembangan Aplikasi Bunda Care untuk Pemantau Tumbuh Kembang Anak Sebagai Inovasi Antisipatif Penanggulangan Stunting dengan Pendekatan Agile Development,” *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 547–555, 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i2.1288.
- [24] R. D. C. Dewi, “Monitoring Pencegahan Stunting Melalui E-Posyandu Di Yogyakarta,” *Bur. J. Indones. J. Law Soc. Gov.*, vol. 3, no. 1, pp. 20–37, 2022, doi: 10.53363/bureau.v3i1.154.
- [25] A. Purwandari and R. Dompas, “Deteksi Dini Resiko Stunting pada Bayi bawah Dua Tahun melalui Aplikasi Android E-Biliting (Bidan Peduli Stunting),” vol. 7, pp. 325–333, 2024.
- [26] K. J. Singh, V. Chiero, M. Kriina, N. T. Alee, and K. Chauhan, “Identifying the trend of persistent cluster of stunting, wasting, and underweight among children under five years in northeastern states of India,” *Clin. Epidemiol. Glob. Heal.*, vol. 18, no. September, p. 101158, 2022, doi: 10.1016/j.cegh.2022.101158.
- [27] D. Kustriyanti, R. Apriliyanti, F. D. Aulia, and L. Nayyiroh, “Revitalisasi Manajemen Posyandu Remaja Sebagai Upaya Preventif Kejadian Stunting Melalui Media Berbasis Internet of Thing,” pp. 748–754, 2025.
- [28] J. Beno, A. . Silen, and M. Yanti, “No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title,” *Braz Dent J.*, vol. 33, no. 1, pp. 1–12, 2022.
- [29] R. D. Aisyah, S. Suparni, and E. Subowo, “Pemberdayaan Kader SMART Stunting

- (Pencegahan dan Deteksi Pada Calon Pengantin, Ibu Hamil dan Balita),” *J. Community Dev.*, vol. 5, no. 3, pp. 434–445, 2024, doi: 10.47134/comdev.v5i3.289.
- [30] K. Purwaningsih, “Jurnal Pengabdian Masyarakat Akademisi Jurnal Pengabdian Masyarakat Akademisi,” *J. Pengabd. Masy. Sasambo*, vol. 1, no. 4, pp. 54–59, 2022.
- [31] A. Hubaedah, Y. K. Waroh, and A. Latifah, “Implementasi Digital Smart Care pada Kader Kesehatan sebagai Upaya Pencegahan Stunting,” *J. ABDIMAS-HIP Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 36–40, 2021, doi: 10.37402/abdimaship.vol2.iss1.128.
- [32] V. Hasyiyati and K. Hutagalung, “Insting (Integrated To Solve Stunting): Platform Berbasis Digital Sebagai Upaya Penanganan,” *Berk. Ilm. Mhs. Ilmu Gizi Indones.*, vol. 10, no. 2, pp. 51–60, 2023.
- [33] R. Ramdani, H. A. Nur, Y. Nugraha, U. M. Kuningan, and U. M. Kuningan, “Rancang Bangun Aplikasi Digistun sebagai Upaya Pencegahan Stunting di Desa Babakanjati Design and Build Digistun Application as an Effort to Prevent Stunting in Babakanjati Village,” vol. 4, pp. 178–187, 2024.
- [34] F. Bangelesa *et al.*, “Is stunting in children under five associated with the state of vegetation in the Democratic Republic of the Congo? Secondary analysis of Demographic Health Survey data and the satellite-derived leaf area index,” *Heliyon*, vol. 9, no. 2, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e13453.
- [35] E. Sulistyorini, N. Ratnasari, and F. H. Palupi, “Upaya Pencegahan Stunting melalui Penguatan Kapasitas Kader Posyandu dalam Tehnik Komunikasi Antar Pribadi (KAP) dan Pembuatan Media Konseling Berbasis Artificial Intelegence (AI),” vol. 04, no. 02, pp. 455–465, 2024.
- [36] R. Mutumba *et al.*, “Effect of lipid-based nutrient supplements on micronutrient status and hemoglobin among children with stunting: secondary analysis of a randomized controlled trial in Uganda,” *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 119, no. 3, pp. 829–837, 2024, doi: 10.1016/j.ajcnut.2024.01.018.
- [37] S. Nurbayani, B. Indonesia, B. Indonesia, P. W. Wijayanto, and B. Indonesia, “Nutrient Detection in Complementary Feeding Using Convolutional Neural Network Algorithm,” pp. 171–176, 2024.
- [38] R. B. Abiyyi, E. R. Subhiyakto, and F. T. Sabilillah, “Centing: Aplikasi Cegah Stunting Anak berbasis Android menggunakan TensorFlow Lite,” *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 625–634, 2024, doi: 10.29408/edumatic.v8i2.27875.
- [39] A. N. Tarihoran, N. Z. Aisyah, I. D. Pranataputra, and R. I. Rokhmawati, “Aplikasi Pencegahan Stunting Anak dengan Pendekatan Literasi, Aksesibilitas, dan Deteksi Dini Berbasis Mobile,” *Bul. Pagelaran Mhs. Nas. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 1, no. 1, pp. 23–27, 2023.
- [40] I. D. Zianka, S. D. Alim, M. K. Adiputro, and A. Setiawan, “Perancangan Aplikasi Android untuk Perhitungan Nutrisi Makanan Pencegah Stunting dengan Metode CNN di Jakarta,” *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 99–107, 2023, doi: 10.57152/malcom.v4i1.1027.
- [41] P. S. Akbar *et al.*, “Faktor dalam Pemanfaatan Mobile Health untuk Edukasi Pencegahan Stunting Factors in the Utilization of Mobile Health for Stunting Prevention Education,” vol. 4, no. 1, pp. 7–13, 2025.