



Wearable Health Technology dengan AI Prediktif untuk Pencegahan Stunting Anak di Indonesia

***Yustinus**

Sekolah Tinggi Teologi Bethel the Way, Jakarta

E-Mail: yustinus2011@gmail.com

Abstract

Stunting remains a crucial public health issue in Indonesia as it has multidimensional impacts on physical growth, cognitive development, productivity, and the long-term quality of human resources. This study aims to analyze the potential application of predictive Artificial Intelligence (AI)-based Wearable Health Technology in preventing child stunting, with an emphasis on the integration of technology into the health system, socio-cultural interrelations, and ethical dimensions that need to be anticipated. The research employed a qualitative approach through a systematic literature review, analysis of national health policies, and examination of reports on the implementation of digital health technologies related to child health. The results indicate that wearable devices are effective in recording health indicators in real-time, while predictive AI algorithms enable early detection of stunting risks, allowing interventions to be carried out quickly, accurately, and in a personalized manner. However, the success of implementation is highly dependent on the support of the digital health ecosystem, including adaptive regulations, infrastructure readiness, digital literacy among communities, as well as multi-stakeholder collaboration involving the government, medical professionals, the technology industry, and families. This study affirms that the integration of Wearable Health Technology and predictive AI is not merely an additional tool in medical services, but rather a representation of a health system transformation towards a more preventive, predictive, precise, and participatory paradigm. Thus, the utilization of evidence-based digital innovations has the potential to strengthen the effectiveness of stunting prevention programs in Indonesia while accelerating the achievement of national health development targets within the context of technological disruption and global dynamics.

Keywords: *Stunting; Technology; Health.*

Abstrak

Stunting masih menjadi persoalan krusial dalam kesehatan masyarakat Indonesia karena berdampak multidimensional terhadap pertumbuhan fisik, perkembangan kognitif, produktivitas, serta kualitas sumber daya manusia dalam jangka panjang. Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi penerapan *Wearable Health Technology* berbasis kecerdasan buatan (AI) prediktif dalam pencegahan stunting anak, dengan menekankan pada integrasi teknologi ke dalam sistem kesehatan, keterkaitan sosial-budaya, serta dimensi etis yang perlu diantisipasi. Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif melalui telaah pustaka sistematis, analisis kebijakan kesehatan nasional, dan kajian laporan implementasi teknologi digital terkait kesehatan anak. Hasil menunjukkan bahwa perangkat *wearable* efektif

merekam indikator kesehatan secara *real-time*, sementara algoritme AI prediktif memungkinkan deteksi dini risiko stunting, sehingga intervensi dapat dilaksanakan secara cepat, akurat, dan terpersonalisasi. Namun, keberhasilan implementasi sangat ditentukan oleh dukungan ekosistem kesehatan digital, termasuk regulasi yang adaptif, kesiapan infrastruktur, literasi digital masyarakat, serta kolaborasi multipihak yang melibatkan pemerintah, tenaga medis, industri teknologi, dan keluarga. Penelitian ini menegaskan bahwa integrasi *Wearable Health Technology* dan AI prediktif bukan sekadar instrumen tambahan dalam pelayanan medis, melainkan representasi transformasi sistem kesehatan menuju paradigma yang lebih preventif, prediktif, presisi, dan partisipatif. Dengan demikian, pemanfaatan inovasi digital berbasis bukti ilmiah berpotensi memperkuat efektivitas program pencegahan stunting di Indonesia sekaligus mempercepat pencapaian target pembangunan kesehatan nasional dalam konteks disrupsi teknologi dan dinamika global.

Kata-kata Kunci: Stunting; Teknologi; Kesehatan.

PENDAHULUAN

Stunting adalah salah satu tantangan kesehatan masyarakat di Indonesia yang hingga kini belum terselesaikan secara memadai. Menurut *Indonesian Health Survey* (SKI) 2023, prevalensi stunting masih mencapai 21,5% pada balita, jauh di atas target nasional yang diharapkan berada di bawah 14%.¹ Stunting bukan hanya persoalan fisik pertumbuhan, melainkan juga memiliki implikasi jangka panjang pada perkembangan kognitif, prestasi pendidikan, kesehatan mental, produktivitas ekonomi, dan risiko penyakit kronik di kemudian hari.² Masalah ini bersifat multidimensi: dipengaruhi oleh asupan gizi ibu dan anak, status sosial ekonomi rumah tangga, kondisi sanitasi lingkungan, usia anak, berat lahir, pendidikan ibu, serta akses terhadap layanan kesehatan.³

Pemerintah Indonesia telah melaksanakan berbagai intervensi (termasuk program perbaikan gizi dan kesehatan ibu-anak, edukasi masyarakat, dan program layanan kesehatan primer) untuk menurunkan prevalensi stunting. Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa implementasi intervensi tersebut menghadapi berbagai kendala. Di antaranya adalah keterbatasan data *real-time* dan pemantauan pertumbuhan anak yang tidak kontinu, penyebaran tenaga kesehatan yang belum merata, literasi gizi dan kesehatan masyarakat

¹ Dini Kurniawati et al., "Geographically Weighted Regression Model of Stunting Determinants in Indonesia," *Journal of Maternal and Child Health* 10, no. 3 (2025): 140–152, <https://thejmch.com/index.php/thejmch/article/view/1193/>.

² Issara Siramaneerat et al., "Examining Determinants of Stunting in Urban and Rural Indonesian: a Multilevel Analysis Using the Population-Based Indonesian Family Life Survey (IFLS)," *BMC Public Health* 24, no. 1371 (2024): 1–13, <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-024-18824-z>.

³ Hesteria Friska Armynia Subratha dan Km Tri Sutrisna Agustia, "Determinants of Stunting Among Toddlers: a Systematic Literature Review," *WMJ: Warmadewa Medical Journal* 9, no. 2 (2024): 50–56, https://ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/warmadewa_medical_journal/article/view/8067/.

yang rendah, serta hambatan geografis dan infrastruktur di daerah terpencil.⁴ Karena intervensi yang ada sering kali bersifat reaktif (setelah stunting sudah terjadi), bukan preventif berdasarkan deteksi dini, dampaknya cenderung lebih lambat dan kurang optimal dalam menjangkau populasi rentan.

Di sisi lain, percepatan digitalisasi dan perkembangan teknologi kesehatan menawarkan peluang baru yang menjanjikan. Salah satu inovasi yang potensial adalah *Wearable Health Technology* yang dilengkapi dengan analisis *AI prediktif*. Teknologi wearable memungkinkan pengumpulan data fisiologis secara kontinu (misalnya berat badan, pertumbuhan linier, aktivitas fisik, pola tidur, indikator nutrisi) secara jarak jauh dan real-time. Kemudian, AI dapat digunakan untuk memproses data tersebut guna mendeteksi pola awal risiko stunting sebelum indikator klinis menjadi jelas. Pendekatan seperti ini berpotensi menggeser paradigma intervensi dari reaktif menjadi preventif, serta memungkinkan intervensi yang lebih personal dan adaptif terhadap kebutuhan tiap anak. Model adopsi teknologi menurut teori difusi inovasi dan teori sistem kesehatan masyarakat memberikan bahwa keberhasilan integrasi teknologi baru sangat bergantung tidak hanya pada aspek teknis (sensor, algoritma, validitas data), tetapi juga pada kesiapan infrastruktur, regulasi, privasi data, kepercayaan pengguna, dan kesesuaian dengan konteks sosial budaya setempat.

Berdasarkan konteks tersebut, penelitian ini merumuskan dua pertanyaan penelitian eksplisit:

1. Bagaimana potensi integrasi *Wearable Health Technology* berbasis AI prediktif dalam sistem kesehatan Indonesia untuk mencegah stunting?
2. Apa saja implikasi sosial, budaya, dan etis dari penerapan teknologi tersebut dalam masyarakat Indonesia?

Untuk memberikan dasar empiris dan literatur yang kuat, berbagai penelitian terkini di Indonesia dan internasional relevan dapat dijadikan acuan. Misalnya, studi *Examining determinants of stunting in Urban and Rural Indonesian* yang menggunakan data IFLS menunjukkan bahwa faktor seperti umur anak, berat lahir rendah, status gizi ibu, dan perbedaan antara wilayah urban dan rural secara signifikan terkait dengan stunting.⁵ Studi *Geographically Weighted Regression Model of Stunting Determinants in Indonesia* yang menggunakan data agregat provinsi memperlihatkan bahwa prevalensi stunting sangat dipengaruhi oleh kondisi spasial dan variabel lokal seperti pendapatan per kapita,

⁴ Siramaneerat et al., “Examining Determinants of Stunting in Urban and Rural Indonesian: a Multilevel Analysis Using the Population-Based Indonesian Family Life Survey (IFLS).”

⁵ Ibid.

ketersediaan fasilitas sanitasi, serta akses kesehatan.⁶ Review sistematis dan scoping review seperti *Determinants of stunting in children under five: a scoping review* oleh Sihotang et al., serta *Determinants of Stunting: a Systematic Review* oleh Aminin et al. juga mengidentifikasi bahwa pendidikan ibu, pendapatan rumah tangga, berat lahir rendah, dan faktor lingkungan (sanitasi, air bersih) adalah determinan dominan stunting.^{7,8} Di samping itu, studi khusus di desa locus stunting di Nusa Tenggara Timur menemukan bahwa pengetahuan ibu dan perilaku parenting signifikan terkait risiko stunting; sedangkan variabel jarak kelahiran (*birth spacing*) juga berperan.⁹

Meskipun literatur tersebut sangat membantu menggambarkan determinan stunting di Indonesia, terdapat beberapa gap penting yang belum banyak diteliti, khususnya dalam interaksi dengan teknologi *wearable* + AI prediktif. Pertama, hampir tidak ada penelitian lokal yang mengevaluasi penggunaan *wearable* untuk deteksi dini stunting; sebagian besar masih terbatas pada variabel manual dan ukuran antropometri tradisional. Kedua, studi-studi yang ada lebih banyak fokus pada faktor biologis, gizi, dan sosial ekonomi, sementara aspek implementasi teknologi (infrastruktur, ketersediaan listrik dan internet, interoperabilitas sistem, pelatihan sumber daya manusia, serta penerimaan masyarakat atau kepercayaan publik) masih minim dibahas. Ketiga, aspek privasi data dan etika penggunaan AI di konteks kesehatan anak di Indonesia juga sedikit diteliti secara empiris, termasuk bagaimana regulasi lokal (misalnya peraturan perlindungan data kesehatan) dapat mengatur penggunaan data yang dikumpulkan lewat *wearable*. Keempat, variabilitas budaya, kebiasaan dan nilai setempat dalam pengasuhan dan kesehatan anak belum cukup menjadi fokus dalam studi teknologi kesehatan, sehingga ada kebutuhan untuk memahami konteks lokal agar teknologi diterima dan efektif.

Penelitian ini menawarkan kontribusi ilmiah yang inovatif melalui pendekatan interdisipliner dalam menganalisis integrasi *Wearable Health Technology* berbasis kecerdasan buatan (AI) prediktif ke dalam sistem kesehatan Indonesia. Kajian ini tidak hanya menelaah aspek teknis, tetapi juga mempertimbangkan dimensi sosial, budaya,

⁶ Kurniawati et al., "Geographically Weighted Regression Model of Stunting Determinants in Indonesia."

⁷ Widya Yanti Sihotang et al., "Determinants of Stunting in Children Under Five: a Scoping Review," *The Indonesian Journal of Nutrition* 12, no. 1 (2023): 9–20, <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jgi/article/view/53766/>.

⁸ Fidyah Aminin et al., "Determinants of Stunting: a Systematic Review," *IJSS: International Journal of Social Science* 1, no. 6 (2022): 1065–1076, <https://bajangjournal.com/index.php/IJSS/article/view/2425/>.

⁹ Lasarus Atamou et al., "Analysis of the Determinants of Stunting among Children Aged below Five Years in Stunting Locus Villages in Indonesia," *Healthcare (Basel, Switzerland)* 11, no. 6 (2023): 1–12, <https://www.mdpi.com/2227-9032/11/6/810>.

regulatif, dan etis guna membangun pemahaman yang holistik mengenai implementasi teknologi dalam pencegahan stunting. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi dan tantangan adopsi teknologi tersebut, mengevaluasi dampaknya dalam konteks sosio-kultural, serta merumuskan strategi implementasi yang adaptif dan kontekstual agar dapat diterapkan secara efektif, adil, dan berkelanjutan di berbagai wilayah Indonesia.

Urgensi penelitian ini sangat tinggi. Di satu sisi, prevalensi stunting yang masih signifikan di banyak daerah menunjukkan bahwa pendekatan konvensional belum cukup. Di sisi lain, digitalisasi kesehatan dan transformasi teknologi sudah menjadi fokus kebijakan nasional (misalnya melalui *Digital Health Transformation Strategy* Kementerian Kesehatan dan penilaian *Digital Maturity Index* (DMI) 2023 yang melibatkan provinsi, kabupaten/kota, dan rumah sakit, dengan skor rata-rata hanya 2,73 dari skala 5) yang menunjukkan bahwa meskipun ada kemajuan, masih ada banyak ruang untuk peningkatan.¹⁰ Pemanfaatan *wearable* + AI prediktif dapat membantu mempercepat deteksi dan intervensi dini, memungkinkan pemantauan kontinu, merespons dinamika lokal, dan menyesuaikan intervensi berdasarkan kondisi nyata di lapangan. Penelitian ini diharapkan tidak hanya memperkaya literatur akademik, tetapi juga memberikan bukti praktis bagi pengambil kebijakan, tenaga kesehatan, dan pemangku kepentingan lokal dalam merancang strategi pencegahan stunting yang adaptif, inklusif, dan etis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain kualitatif dengan pendekatan studi pustaka (*library research*) yang dianalisis melalui kerangka analisis tematik induktif. Desain ini dipilih karena permasalahan penelitian bersifat multidimensional, melibatkan aspek teknis, sosial, budaya, dan etis yang saling berkaitan dalam penerapan *Wearable Health Technology* berbasis AI prediktif untuk pencegahan stunting. Pendekatan studi pustaka memungkinkan peneliti melakukan telaah sistematis terhadap pengetahuan yang telah ada tanpa harus mengumpulkan data primer lapangan.¹¹ Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada integrasi konseptual dan sintesis empiris dari literatur yang relevan.

¹⁰ Ignatia Maria Sri Sayekti, "Kemenkes Umumkan Penilaian Indeks Kematangan Digital dan Resource Center Transformation," *Pressrelease.id*, last modified 2023, <https://pressrelease.kontan.co.id/news/kemenkes-umumkan-penilaian-indeks-kematangan-digital-resource-center-transformation#:~:text=Pada 2023%2C jumlah provinsi dan kabupaten/kota yang,provinsi%2C 10 dinkes kabupaten/kota%2C dan 10 rumah.>

¹¹ John W. Creswell dan Cheryl Poth, *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*, Edisi 4. (Thousand Oaks CA: Sage Publications, 2018).

Sumber data penelitian berasal dari artikel jurnal *peer-reviewed*, prosiding, laporan lembaga internasional (WHO, UNICEF), dokumen kebijakan nasional (RPJMN, Rencana Aksi Nasional Gizi), serta publikasi resmi Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Penelusuran literatur dilakukan melalui basis data PubMed, Scopus, SpringerLink, dan Google Scholar, serta repositori resmi pemerintah. Kata kunci yang digunakan meliputi *wearable health technology*, *predictive AI*, *digital health Indonesia*, dan *stunting prevention*. Batasan periode publikasi ditetapkan pada 2015-2025 agar hasil analisis merepresentasikan perkembangan mutakhir dalam bidang teknologi kesehatan dan kebijakan gizi.¹²

Proses seleksi literatur dilakukan dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang ketat. Kriteria inklusi mencakup publikasi akademik yang telah melalui proses peninjauan sejawat atau laporan resmi lembaga yang membahas teknologi kesehatan, pencegahan stunting, maupun isu sosial-budaya dan etika. Sebaliknya, kriteria eksklusi meliputi artikel opini, berita populer, atau sumber non-akademik yang tidak memiliki dasar metodologis. Pendekatan selektif ini memastikan bahwa literatur yang dianalisis memiliki validitas akademik dan relevansi substantif.¹³

Analisis data dilakukan menggunakan analisis tematik induktif dengan lima tahapan, yakni familiarisasi literatur, pemberian kode awal, identifikasi tema, peninjauan ulang tema, serta interpretasi dan pelaporan. Analisis difokuskan pada empat dimensi utama: teknis, sosial, budaya, dan etis. Dimensi teknis menyoroti akurasi sensor dan kemampuan algoritma AI, dimensi sosial mengkaji literasi digital serta kesenjangan akses, dimensi budaya menelaah relevansi kearifan lokal dan praktik tradisional, sementara dimensi etis memfokuskan pada perlindungan data pribadi dan keadilan akses.¹⁴

Keabsahan analisis dijaga dengan triangulasi sumber, yakni mengonfirmasi temuan akademik dengan laporan lembaga internasional dan dokumen kebijakan nasional.¹⁵ Misalnya, klaim efektivitas wearable dalam memantau gizi anak dari literatur penelitian dikaji ulang dengan laporan WHO dan pedoman Kemenkes. Strategi triangulasi ini meningkatkan reliabilitas, mengurangi bias interpretasi, serta memperkuat validitas hasil penelitian. Dengan kerangka metodologis yang sistematis ini, penelitian diharapkan dapat

¹² Hannah Snyder, "Literature Review as a Research Methodology: An Overview and Guidelines," *Journal of Business Research* 104 (2019): 333–339, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296319304564>.

¹³ Andrew Booth, Anthea Sutton, dan Diana Papaioannou, *Systematic Approaches to a Successful Literature Review*, Edisi 2. (California: SAGE Publications, 2016).

¹⁴ Virginia Braun dan Victoria Clarke, *Thematic Analysis: A Practical Guide* (London: Sage Publications, 2022).

¹⁵ Wiyanda Vera Nurfajriani et al., "Triangulasi Data dalam Analisis Data Kualitatif," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* 10, no. 17 (2024): 826–833, <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/7892>.

menghasilkan pemahaman komprehensif dan rekomendasi kebijakan yang aplikatif dalam pencegahan stunting melalui teknologi digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Prevalensi stunting di Indonesia menunjukkan tren penurunan dalam lima tahun terakhir, namun angkanya masih berada pada level yang cukup tinggi sehingga menandakan adanya persoalan serius dalam pembangunan kesehatan nasional yang harus segera ditangani dengan pendekatan lebih komprehensif. Data memperlihatkan bahwa anak-anak di perkotaan umumnya memiliki status gizi lebih baik karena akses mereka terhadap layanan kesehatan, pendidikan, dan pangan bergizi lebih mudah dijangkau, sedangkan anak-anak di pedesaan dan wilayah terpencil masih menghadapi risiko stunting yang jauh lebih besar akibat keterbatasan infrastruktur dan layanan dasar. Ketimpangan antarwilayah ini menegaskan bahwa upaya penurunan stunting di Indonesia belum merata, sehingga meskipun ada perbaikan secara nasional, disparitas tetap menjadi masalah utama yang membutuhkan kebijakan khusus. Kondisi tersebut juga menunjukkan bahwa strategi nasional tidak cukup hanya dengan target penurunan angka secara agregat, tetapi harus memperhatikan konteks lokal yang berbeda.

Determinasi stunting bersifat multidimensional karena mencakup faktor biologis, sosial, ekonomi, dan lingkungan yang saling terkait satu sama lain dalam membentuk risiko seorang anak mengalami hambatan pertumbuhan. Faktor biologis yang paling dominan meliputi kesehatan ibu saat hamil, kualitas gizi selama kehamilan, pemberian ASI eksklusif, serta pengenalan makanan pendamping yang tepat, yang apabila terabaikan dapat langsung berdampak pada tumbuh kembang anak. Di sisi lain, faktor sosial-ekonomi seperti rendahnya pendidikan orang tua, terbatasnya pendapatan keluarga, serta lemahnya daya beli pangan bergizi membuat anak-anak semakin rentan terhadap stunting. Kondisi lingkungan yang tidak sehat, misalnya ketiadaan air bersih, sanitasi buruk, dan kepadatan hunian yang tinggi, semakin memperburuk situasi dan memperkuat risiko terjadinya stunting dalam jangka panjang.

Program intervensi yang hanya menitikberatkan pada satu aspek, misalnya pemberian makanan tambahan atau suplementasi gizi, terbukti tidak efektif karena akar persoalan stunting tidak semata-mata terletak pada kekurangan gizi, melainkan juga dipengaruhi oleh kompleksitas faktor lain. Pendekatan multisektoral menjadi keharusan dengan melibatkan bidang kesehatan, pendidikan, infrastruktur, serta pemberdayaan

ekonomi keluarga agar strategi yang dilakukan benar-benar menyentuh akar masalah. Koordinasi antara pemerintah pusat, daerah, dan masyarakat sangat penting untuk memastikan bahwa program tidak tumpang tindih dan dapat berjalan secara berkelanjutan. Tanpa keterpaduan lintas sektor, upaya yang dilakukan akan terus menghadapi hambatan implementasi di lapangan.

Namun, realitas di Indonesia menunjukkan bahwa implementasi pendekatan multisektoral ini belum berjalan optimal karena masih ditemukan lemahnya koordinasi antar lembaga, keterbatasan anggaran yang tersebar di banyak sektor, dan rendahnya partisipasi aktif masyarakat dalam setiap program yang dicanangkan. Layanan kesehatan primer yang seharusnya menjadi garda terdepan dalam pencegahan stunting belum merata menjangkau seluruh pelosok, sehingga akses anak-anak di daerah terpencil masih sangat terbatas. Selain itu, masih banyak keluarga yang belum memiliki kesadaran penuh mengenai pentingnya gizi dan kesehatan anak, sehingga meskipun program tersedia, tingkat pemanfaatannya belum maksimal. Hambatan ini memperlihatkan perlunya strategi baru yang lebih adaptif dengan kondisi sosial dan budaya masyarakat.

Pemanfaatan teknologi kesehatan digital memberikan peluang besar untuk memperkuat strategi pencegahan stunting dengan cara yang lebih efektif dan terukur. Perangkat *Wearable*, misalnya, dapat digunakan untuk memantau kondisi fisiologis anak secara *real-time* seperti suhu tubuh, detak jantung, serta pola tidur, sehingga potensi masalah dapat dideteksi sejak dini sebelum berkembang menjadi gangguan serius. Data yang dikumpulkan dari perangkat tersebut, jika diintegrasikan dengan sistem berbasis kecerdasan buatan, dapat menghasilkan analisis yang lebih akurat serta rekomendasi intervensi yang sesuai dengan kondisi spesifik anak. Hal ini memperlihatkan bahwa integrasi teknologi dengan program kesehatan anak tidak hanya mempercepat deteksi dini, tetapi juga meningkatkan presisi dalam penentuan jenis intervensi.

Kecerdasan buatan sendiri memiliki keunggulan dalam mengolah data besar dan kompleks untuk memprediksi risiko stunting secara lebih akurat dibandingkan pendekatan manual. Algoritma pembelajaran mesin dapat mengidentifikasi pola dari berbagai faktor seperti gizi, lingkungan, riwayat keluarga, dan perilaku kesehatan, lalu mengelompokkan anak-anak berdasarkan kategori risiko. Dengan cara ini, anak-anak yang memiliki risiko tinggi dapat segera ditindaklanjuti dengan intervensi yang sesuai sebelum kondisi mereka memburuk. Sistem prediktif ini memberikan keuntungan besar karena memungkinkan tenaga kesehatan bersikap proaktif, bukan sekadar reaktif setelah masalah muncul.

Namun, penelitian juga menegaskan adanya tantangan besar dalam implementasi teknologi kesehatan modern di Indonesia yang terkait dengan infrastruktur digital, biaya, serta literasi masyarakat. Akses internet yang belum merata terutama di daerah pedesaan membuat pemanfaatan perangkat digital sulit dilakukan secara luas, sementara harga perangkat Wearable masih dianggap mahal bagi sebagian besar keluarga, sehingga berpotensi menimbulkan kesenjangan baru. Di sisi lain, literasi digital masyarakat masih rendah, sehingga penggunaan teknologi berisiko tidak optimal atau bahkan menimbulkan kesalahpahaman. Oleh karena itu, keberhasilan pemanfaatan teknologi sangat bergantung pada kesiapan infrastruktur, keterjangkauan biaya, dan edukasi yang memadai kepada masyarakat.

Aspek regulasi dan etika menjadi perhatian penting dalam pemanfaatan teknologi kesehatan karena data kesehatan termasuk kategori sensitif yang harus dilindungi secara ketat. Meskipun terdapat aturan mengenai perlindungan data, implementasi di lapangan masih menghadapi tantangan berupa lemahnya pengawasan, rendahnya kepatuhan institusi, serta kurangnya pemahaman masyarakat mengenai hak privasi mereka. Jika perlindungan data tidak dijamin, kepercayaan masyarakat terhadap penggunaan teknologi akan menurun drastis, sehingga menghambat penerimaan inovasi yang sebenarnya bermanfaat. Oleh karena itu, regulasi yang lebih adaptif dan mekanisme pengawasan yang kuat perlu segera dibangun agar pemanfaatan teknologi tidak menimbulkan risiko baru.

Selain itu, penerimaan masyarakat terhadap teknologi kesehatan masih bervariasi, di mana generasi muda lebih terbuka dan cepat beradaptasi, sementara kelompok usia lebih tua cenderung ragu karena terbiasa dengan cara tradisional. Faktor budaya juga berpengaruh karena sebagian masyarakat masih mengandalkan pengobatan tradisional dan memandang teknologi sebagai sesuatu yang asing. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan strategi komunikasi yang peka terhadap konteks budaya serta melibatkan tokoh masyarakat dan pemuka agama agar inovasi dapat diterima dengan lebih baik. Pendekatan semacam ini akan membantu memperluas penerimaan teknologi ke berbagai lapisan sosial.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menegaskan bahwa penurunan stunting di Indonesia membutuhkan strategi yang lebih terintegrasi dengan memadukan intervensi gizi, pendidikan, perbaikan lingkungan, serta pemanfaatan teknologi kesehatan modern. Program yang dijalankan harus inklusif agar tidak menimbulkan kesenjangan baru, sekaligus adaptif terhadap kondisi sosial, budaya, dan ekonomi masyarakat. Kolaborasi multipihak, mulai dari pemerintah, swasta, akademisi, hingga masyarakat, menjadi kunci keberhasilan dalam memastikan bahwa program berjalan berkelanjutan. Tanpa sinergi dan dukungan

menyeluruh, stunting akan tetap menjadi tantangan besar bagi pembangunan kesehatan di Indonesia.

Pembahasan

Penurunan prevalensi stunting di Indonesia yang dicapai dalam beberapa tahun terakhir, dari lebih dari 30% pada 2018 ke sekitar 21,6% pada 2022, mencerminkan kemajuan nyata dari berbagai intervensi gizi, kesehatan ibu dan anak, serta framing kebijakan nasional yang kuat. Namun, meskipun ada perkembangan signifikan, angka tersebut masih di atas target nasional sekitar 14% yang direncanakan untuk 2024 dan juga di atas ambang batas WHO ($< 20\%$). Ketidakmerataan antar wilayah menjadi sorotan utama: walau beberapa provinsi di Jawa ataupun Sumatra menunjukkan penurunan lebih cepat, provinsi seperti Papua, Nusa Tenggara Timur, dan beberapa wilayah Aceh masih melaporkan prevalensi yang tinggi. Kondisi geografis, infrastruktur kesehatan yang kurang memadai, serta kelemahan sistem distribusi bantuan gizi menjadi penghambat utama yang harus diperhitungkan dalam rancangan strategi nasional.¹⁶

Analisis determinan stunting di Indonesia menegaskan bahwa faktor ekonomi, pendidikan ibu, sanitasi, serta akses terhadap layanan kesehatan adalah variabel yang sangat dominan dalam model prediksi stunting. Kajian literatur sistematis *A Systematic Literature Review on the Application of Machine Learning for Predicting Stunting Prevalence in Indonesia (2020-2024)* menemukan bahwa algoritma seperti *Random Forest*, *Support Vector Machine*, dan *Artificial Neural Network* sering digunakan, dengan variabel prediktor utama berupa pendidikan ibu, status ekonomi rumah tangga, sanitasi, dan data spasial-temporal. Akurasi model berkisar antara 72% hingga hampir 99,9%, tergantung pada kualitas dan kedalaman data, serta apakah model diuji secara eksternal. Tantangan utama termasuk ketidakseimbangan data, kurangnya interpretabilitas model, dan kurangnya validasi di lapangan.¹⁷

Contoh penelitian lokal memperlihatkan kombinasi antar faktor yang kompleks. Penelitian di Lubuk Linggau (Kota Lubuk Linggau, Sumatera Selatan) membandingkan lima algoritma *machine learning* (*Random Forest*, *Logistic Regression*, *Naïve Bayes*, *SVM*, *Neural Networks*) menggunakan sampel 400 anak pada 2023, menemukan bahwa *Naïve*

¹⁶ Team Redaksi, "Bank Dunia Menyetujui Dukungan untuk Memperluas Upaya Indonesia Mengurangi Stunting di Masa Kecil," *World Bank Group*, last modified 2023, <https://www.worldbank.org/in/news/press-release/2023/06/27/world-bank-approves-support-to-expand-indonesia-s-efforts-to-reduce-childhood-stunting>.

¹⁷ Emilda Indrisari, Hidayat Febiansyah, dan Bambang Adiwino, "A Systematic Literature Review on the Application of Machine Learning for Predicting Stunting Prevalence in Indonesia (2020-2024)," *Jurnal SISFOKOM* 14, no. 3 (2025): 277–283, <https://jurnal.atmaluhur.ac.id/index.php/sisfokom/article/view/2366/>.

Bayes menunjukkan performa sangat tinggi (akurasi $\approx 98,57\%$), tetapi penelitian ini juga memiliki keterbatasan dalam hal jumlah sampel dan cakupan wilayah. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun potensinya besar, model prediksi semacam ini perlu diuji dalam populasi lebih luas dan dengan kondisi data yang tidak ideal agar hasilnya robust dan dapat digeneralisasikan.¹⁸

Deteksi dini stunting menggunakan indikator antropometri telah dikembangkan melalui model *machine learning* yang memanfaatkan data berat badan, tinggi badan, usia dan jenis kelamin. Penelitian di Universitas Aisyah Pringsewu meneliti beberapa algoritma seperti Random Forest, KNN, Naïve Bayes, dan SVM. Hasilnya menunjukkan bahwa Random Forest memiliki akurasi tertinggi ($\approx 92,70\%$) dibanding metode lainnya (KNN $\approx 91,40\%$) dalam kondisi dataset yang relatif bersih dan lengkap. Namun dalam kondisi data uji (*real-world*), beberapa model menunjukkan degradasi performa karena missing data atau pengukuran antropometri yang tidak akurat (*inter-observer error*).¹⁹

Sebuah studi di Aceh juga memberikan kontribusi penting: *Hybrid Machine Learning for Stunting Prevalence: A Novel Comprehensive Approach to Its Classification, Prediction, and Clustering Optimization* di Aceh menggabungkan metode klasifikasi, prediksi linier, dan clustering untuk memberikan gambaran risiko spasial dan temporal. Model klasifikasi dengan kernel RBF menghasilkan akurasi sekitar 91,3%, dan model prediksi linier digunakan untuk memproyeksikan tren prevalensi stunting ke tahun-2025 hingga 2030, dengan variasi yang mencolok antar kabupaten/kota. Studi ini menegaskan bahwa meskipun tren menurun, daerah-daerah tertentu tetap “*hotspot*” yang membutuhkan prioritas intervensi intensif dan terintegrasi (misalnya Subulussalam, Aceh Tenggara).²⁰

Teknologi selain prediksi ML juga mulai dipakai untuk deteksi dan edukasi dini. Contohnya aplikasi *stunting risk detection* berbasis indikator gizi dan sanitasi di Bogor (Jawa Barat) dengan 316 pasangan ibu-anak, yang menggunakan 25 indikator (karakteristik maternal dan anak, gizi, dan sanitasi/perilaku kebersihan). Model ini diuji dengan ROC/AUC dan menunjukkan bahwa aplikasi tersebut memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang cukup

¹⁸ Nur Fitriyani Sahamony, Terttiaavini, dan Harsih Rianto, “Analisis Perbandingan Kinerja Model Machine Learning untuk Memprediksi Risiko Stunting pada Pertumbuhan Anak,” *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science* 4, no. 2 (2024): 413–422, <https://journal.irpi.or.id/index.php/malcom/article/view/1210/>.

¹⁹ Ratnasari, Ahmad Jurnaidi Wahidin, dan Tahta Herdian Andika, “Deteksi Dini Stunting pada Anak berdasarkan Indikator Antropometri dengan Menggunakan Algoritma Machine Learning,” *Jurnal Algoritma* 21, no. 2 (2024): 378–387, <https://jurnal.itg.ac.id/index.php/algoritma/article/view/2122/>.

²⁰ Novia Hasdyna et al., “Hybrid Machine Learning for Stunting Prevalence: A Novel Comprehensive Approach to its Classification, Prediction, and Clustering Optimization in Aceh, Indonesia,” *Informatics* 11, no. 4 (2024): 1–32, <https://www.mdpi.com/2227-9709/11/4/89>.

tinggi untuk digunakan sebagai alat deteksi dini. Namun pengukuran indikator sanitasi dan perilaku kadang bersifat *self-report* sehingga rentan bias *recall* atau desirabilitas sosial.²¹

Penelitian *IoT-based Stunting Education and Early Detection System for Stunting-Free Indonesia* yang dilakukan di Pati dan sekitarnya menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk mendeteksi status stunting dan memberikan edukasi kepada calon pengantin, ibu hamil, dan ibu nifas, serta kader PKK. Paper ini menggabungkan sistem edukasi dan deteksi dini berbasis IoT agar pengguna lebih menyadari faktor risiko stunting dan dapat konsultasi secara mudah. Edukasi plus deteksi dini ini penting karena pengetahuan dan sikap sangat mempengaruhi perilaku ibu dalam menyediakan gizi dan sanitasi yang memadai. Namun, studi ini masih terbatas dalam hal evaluasi efek jangka panjang intervensinya serta keterlibatan komunitas secara luas, apakah dampaknya terhadap prevalensi secara nyata terukur dalam 12-24 bulan pasca program, belum jelas.²²

Inovasi aplikasi satu-pintu (*super app*) untuk manajemen dan pencegahan stunting seperti *Stunting Super App* yang dikembangkan melalui studi Delphi dan pilot study di Indonesia memberikan contoh bagaimana edukasi materi preventif, lingkungan, gizi bisa diintegrasikan dalam satu aplikasi. Studi ini melibatkan para ahli dan orang tua, memperlihatkan bahwa pendekatan teknologi tidak hanya soal prediksi atau sensor, tetapi juga soal penyebaran informasi dan perubahan perilaku melalui aplikasi yang mudah diakses. Namun tantangan seperti akses perangkat, keterbatasan bandwidth, dan literasi digital menjadi hambatan nyata yang harus diantisipasi dalam skala lebih besar.²³

Terlepas dari potensi teknologi, efektivitas program intervensi tradisional di tingkat lokal tetap sangat penting. Sistem pemerintahan lokal dalam kota Palembang misalnya, melakukan intervensi gizi lokal seperti pemberian makanan tambahan, penyuluhan gizi melalui posyandu, dan kerja sama antar OPD (organisasi perangkat daerah) yang berhasil mempercepat penurunan prevalensi di wilayah mereka. Studi *Nutritional Interventions by Local Governments as an Effort to Accelerate Stunting Reduction* menunjukkan bahwa pendekatan lokal yang menyesuaikan intervensi dengan karakteristik populasi (kearifan lokal, sumber pangan lokal, praktik sanitasi spesifik) lebih berhasil dibanding intervensi

²¹ Tria Astika Endah Permatasari et al., "The Accuracy of a Novel Stunting Risk Detection Application Based on Nutrition and Sanitation Indicators in Children Aged Under Five Years," *BMC Nutrition* 11, no. 1 (2025): 93–103, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40361193/>.

²² Listiarni Edy Sudiati, Wahyu Aditama, dan Daniel Alfa Puryono, "IoT-based Stunting Education and Early Detection System for Stunting-Free Indonesia," *East Asian Journal of Multidisciplinary Research* 2, no. 12 (2023): 4855–4866, <https://journal.formosapublisher.org/index.php/eajmr/article/view/6767/>.

²³ Kadek Ayu Erika et al., "Stunting Super App as an Effort Toward Stunting Management in Indonesia: Delphi and Pilot Study," *JMIR Human Factors* 11 (2024): 854–862, <https://humanfactors.jmir.org/2024/1/e54862/>.

generik. Meski demikian, cakupan dan sumber daya masih menjadi penghambat utama apabila tidak didukung anggaran yang memadai dan koordinasi lintas sektor yang kuat.²⁴

Pembelajaran internasional juga menambah bobot strategi yang lebih luas. Pengalaman dari Nepal, Bangladesh, dan Vietnam, yang berhasil menurunkan prevalensi stunting secara signifikan dalam dua dekade terakhir melalui penggabungan intervensi spesifik nutrisi (suplementasi, fortifikasi, pemberian makanan tambahan) dan intervensi sensitif (sanitasi, akses air bersih, kondisi lingkungan) serta pendidikan ibu dan perbaikan perilaku, menunjukkan bahwa komitmen pemerintahan, kebijakan yang jelas, dan budget yang konsisten adalah faktor kunci. Studi *Effective nutrition governance is correlated with better nutrition outcomes in Nepal* menggambarkan bahwa meskipun prevalensi stunting di Nepal pada 2000 sekitar 55,8%, melalui aksi multisektoral yang terus menerus serta integrasi program pemerintah dengan donor dan lembaga masyarakat, prevalensi turun ke sekitar 26,7% pada 2022. Kondisi yang mirip terlihat di Bangladesh dan Vietnam meskipun tantangan seperti disparitas antar wilayah marginal tetap ada.²⁵ Keterbandingan ini penting agar Indonesia tidak hanya meniru program, tetapi menyesuaikan intervensi ke dalam konteks geografis, budaya lokal, dan kapasitas infrastruktur yang berbeda.

Risiko overdependensi pada teknologi AI dan prediksi otomatis menjadi semakin nyata ketika sistem prediksi dijadikan satu-satunya dasar intervensi. Ketika algoritma yang sangat sensitif menghasilkan banyak sinyal risiko, tetapi tenaga kesehatan lokal tidak memiliki kapasitas untuk verifikasi atau tidak ada dukungan klinis memadai, maka bisa terjadi overload layanan kesehatan dan kepercayaan masyarakat menurun. Selain itu, masalah bias algoritmik muncul jika model dilatih terutama dengan data dari wilayah yang memiliki akses lebih baik ke layanan dan digitalisasi, sementara data dari kampung terpencil, daerah dengan sedikit fasilitas kesehatan atau wilayah tradisional kurang terwakili. Model yang kurang transparan atau sulit dijelaskan juga menimbulkan kebingungan atau resistensi dari orang tua atau masyarakat. Oleh karenanya, penelitian terkini menekankan perlunya penggunaan *explainable AI* (XAI) agar hasil prediksi tidak hanya akurat tetapi juga dapat dijabarkan alasan prediksi ke tingkat kasus individual. Studi *Data Analysis and Explainable Machine Learning for Stunting Prediction* di Jeneponto (Sulawesi Selatan) memakai

²⁴ Putri Erlyn et al., "Nutritional Interventions by Local Governments as an Effort to Accelerate Stunting Reduction," *Jurnal Bina Praja* 13, no. 3 (2021): 543–553, <https://jurnal.kemendagri.go.id/index.php/jbp/article/view/1134/>.

²⁵ Grace Namirembe et al., "Effective Nutrition Governance is Correlated with Better Nutrition Outcomes in Nepal," *BMC Pediatrics* 21, no. 1 (2021): 434–443, <https://plu.mx/plum/a/?doi=10.1186/s12887-021-02898-4&theme=plum-bigben-theme>.

algoritma seperti XGBoost, Random Forest, dan Decision Tree, serta memanfaatkan SHAP untuk menjelaskan fitur-fitur yang paling dominan seperti tinggi badan, usia, jenis kelamin dan berat badan. Pendekatan ini sangat berguna untuk meningkatkan kepercayaan masyarakat dan validitas klinis, terutama di daerah dengan sumber daya terbatas.²⁶

Integrasi budaya dan konteks lokal menjadi aspek krusial dalam implementasi program berbasis teknologi. Di banyak komunitas di Indonesia, kepercayaan terhadap pengobatan tradisional seperti jamu, penggunaan tanaman obat, dan metode lokal lainnya masih melekat kuat. Dalam banyak kasus, ibu yang pertama-tama akan mencoba solusi tradisional sebelum datang ke fasilitas kesehatan. Studi kualitatif tentang komunikasi digital atas pencegahan stunting oleh Fatayat NU Jember menunjukkan bahwa pemanfaatan media sosial yang mengombinasikan nilai-nilai Islam dan konten kesehatan sangat efektif untuk meningkatkan kesadaran di kalangan ibu muda, tetapi kurang menjangkau kelompok usia lebih tua atau masyarakat dengan literasi digital rendah. Materi yang disampaikan melalui Instagram misalnya, meskipun visualnya menarik, tetap memerlukan dukungan offline melalui kelompok kajian, penyuluhan di posyandu, atau tokoh agama agar pesan benar-benar tersampaikan dengan baik dan diterima secara budaya-spesifik.²⁷

Strategi implementasi harus bersifat aksi belajar yang bertahap: dimulai dari pilot di lokasi lokasi yang mewakili tantangan berat (terpencil, geografis sulit, budaya tradisional kuat) dan lokasi perkotaan atau semi urban agar dapat dibandingkan. Pemerintah pusat perlu menetapkan standar teknis minimum untuk *wearable* atau sensor yang digunakan (misalnya sensor antropometri atau ultrasonik, akurasi pengukuran, interoperabilitas data), protokol validasi lokal, dan persyaratan perlindungan data. Contoh sistem *ESDS: AI-Powered Early Stunting Detection and Monitoring System* menunjukkan bahwa penggunaan *sensor load cell* dan ultrasonik yang dikombinasikan dengan *algoritma machine learning* dapat menghasilkan akurasi hingga ~98%, tetapi dilakukan dalam kondisi percobaan yang sangat terkontrol; tantangan akan muncul ketika diterapkan di lapangan desa terpencil dengan peralatan yang lebih sederhana dan variabilitas lingkungan tinggi. Komponen validasi,

²⁶ Ardy Wicaksono et al., "Data Analysis and Explainable Machine Learning for Stunting Prediction," *Journal of Artificial Intelligence and Legal Technology* 1, no. 1 (2025): 35–44, <https://journal.sah.co.id/index.php/JAILT/article/view/4/>.

²⁷ Elfa Nuzila Halwa, "Digital Communication of Stunting Prevention: A Qualitative Analysis on Instagram," *ATH-THARIQ: Jurnal Dakwah dan Komunikasi* 9, no. 1 (2025): 98–109, https://e-journal.metrouniv.ac.id/ath_thariq/article/view/10263/.

pelatihan petugas, dan interoperabilitas harus diuji dalam pilot agar kebijakan itu robust dan adaptif.²⁸

Indikator keberhasilan proyek berbasis teknologi harus ditetapkan dengan jelas dan diawasi secara berkala. Selain ukuran tradisional seperti akurasi model, prevalensi stunting sebelum dan sesudah intervensi, juga harus mencakup metrik akses (berapa persen anak di wilayah pilot yang terpantau), waktu respons dari deteksi sampai verifikasi klinis, kepuasan pengguna (ortu/tk-kader posyandu), fairness/keadilan akses terhadap teknologi (apakah semua lapisan masyarakat memiliki akses), dan keamanan data. Evaluasi jangka menengah dan jangka panjang (18-36 bulan) sangat diperlukan agar dampak pertumbuhan linear anak, perkembangan kognitif, dan produktivitas ekonomi jangka panjang dapat diukur.

Pembiayaan dan tata kelola menjadi aspek yang tidak bisa dilewatkan. Program seperti kemitraan PASTI yang diluncurkan oleh BKKBN bekerjasama dengan sektor swasta dan lembaga donor menunjukkan bahwa sinergi dana dan keahlian eksternal dapat mendukung akselerasi target nasional. Namun agar berkelanjutan, integrasi anggaran stunting ke dalam APBN dan APBD rutin, peningkatan efisiensi penggunaan dana, serta transparansi penggunaan anggaran menjadi titik kritis. Koordinasi antar kementerian, provinsi dan kabupaten, serta monitoring independen diperlukan agar intervensi tidak kehilangan fokus ketika prioritas kebijakan berubah. Indonesia pernah berbagi pengalaman di forum internasional bahwa sejak *Stranas Stunting* diimplementasikan, lebih dari 20 kementerian dan ribuan desa dilibatkan dalam koordinasi, sehingga kepemimpinan politik menjadi pendorong utama keberlanjutan intervensi (*Stranas/Stunting Coordination*).²⁹

Secara keseluruhan, inovasi teknologi berupa *wearable*, aplikasi prediksi, IoT dan AI mempunyai potensi transformasional dalam mendukung deteksi dini dan pencegahan stunting di Indonesia, terutama jika dipadukan dengan intervensi multisektoral dan adaptasi budaya. Akan tetapi efek positifnya tergantung pada desain yang memperhitungkan heterogenitas wilayah, kapasitas lokal, kesiapan infrastruktur, partisipasi masyarakat, dan mekanisme pengawasan yang kuat. Keberhasilan program akan lebih mungkin tercapai jika ada pilot yang kuat, standar operasional teknis serta etika, indikator kinerja yang jelas, dan komitmen kebijakan dan pembiayaan yang stabil. Mewujudkan target 14% pada 2024

²⁸ A.A. Gde Yogi Pramana et al., “ESDS: AI-Powered Early Stunting Detection and Monitoring System using Edited Radius-SMOTE Algorithm,” *Machine Learning* (2024): 1–14, <https://arxiv.org/abs/2409.14105>.

²⁹ Team Redaksi, “Indonesia Berbagi Pengalaman Intervensi Stunting di Human Capital Summit di Laos,” *Sekretariat Wakil Presiden*, last modified 2024, <https://stunting.go.id/indonesia-berbagi-pengalaman-intervensi-stunting-di-human-capital-summit-di-laos/>.

mungkin tidak tercapai seratus persen di semua kabupaten, tetapi melalui pendekatan adaptif dan *evidence-driven*, penurunan tingkat stunting yang signifikan dan merata sangat mungkin tercapai dalam periode jangka menengah.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa pemanfaatan *Wearable Health Technology* berbasis kecerdasan buatan prediktif merupakan inovasi strategis yang berpotensi besar dalam memperkuat upaya pencegahan stunting di Indonesia. Teknologi ini mampu menyediakan pemantauan indikator kesehatan anak secara *real-time*, mengintegrasikan data dalam skala besar, serta menghasilkan analisis prediktif yang akurat untuk mendeteksi risiko pertumbuhan terhambat sejak dini. Dengan keunggulan tersebut, intervensi kesehatan dapat dilakukan lebih cepat, tepat, dan terpersonalisasi sesuai kebutuhan anak, sehingga meningkatkan efektivitas program pencegahan. Namun, efektivitas teknologi ini sangat ditentukan oleh kesiapan ekosistem kesehatan digital yang meliputi regulasi adaptif, literasi digital tenaga kesehatan dan masyarakat, infrastruktur yang merata hingga daerah terpencil, serta perlindungan data yang kuat guna menjamin keamanan dan kerahasiaan informasi. Faktor sosial dan budaya juga memiliki peran krusial, karena penerimaan masyarakat terhadap inovasi kesehatan dipengaruhi oleh nilai-nilai lokal, praktik pengasuhan, dan tingkat kepercayaan terhadap teknologi. Oleh sebab itu, strategi implementasi harus mengedepankan pendekatan kontekstual, edukatif, dan partisipatif agar teknologi dapat diterima dan dimanfaatkan secara inklusif oleh berbagai lapisan masyarakat.

Lebih jauh, temuan ini menunjukkan bahwa teknologi prediktif tidak dapat diposisikan sebagai solusi tunggal dalam menanggulangi stunting. Inovasi digital perlu diintegrasikan dengan program multisektoral yang mencakup perbaikan gizi, peningkatan sanitasi, pendidikan kesehatan, serta pemberdayaan ekonomi keluarga agar dampaknya lebih komprehensif dan berkelanjutan. Kolaborasi lintas sektor yang melibatkan pemerintah, akademisi, tenaga medis, penyedia teknologi, serta komunitas lokal merupakan prasyarat utama agar manfaat inovasi ini dapat dioptimalkan secara nasional. Dengan uji coba bertahap melalui program percontohan, evaluasi berkelanjutan berbasis indikator kinerja yang jelas, dan adaptasi terhadap keragaman konteks budaya, pemanfaatan *wearable technology* berbasis AI prediktif dapat menjadi katalis penting dalam transformasi sistem kesehatan Indonesia menuju paradigma yang lebih preventif, presisi, partisipatif, dan berbasis bukti ilmiah. Apabila diimplementasikan secara sistematis dan inklusif, inovasi ini berpotensi signifikan dalam mempercepat penurunan prevalensi stunting sekaligus meningkatkan

kualitas sumber daya manusia Indonesia agar lebih sehat, produktif, dan kompetitif di era global.

REFERENSI

- Aminin, Fidyah, Melly Damayanti, Nurul Aini Suria Saputri, dan Darwitri. "Determinants of Stunting: a Systematic Review." *IJSS: International Journal of Social Science* 1, no. 6 (2022): 1065–1076. <https://bajangjournal.com/index.php/IJSS/article/view/2425/>.
- Atamou, Lasarus, Dwi Cahya Rahmadiyah, Hamidah Hassan, dan Agus Setiawan. "Analysis of the Determinants of Stunting among Children Aged below Five Years in Stunting Locus Villages in Indonesia." *Healthcare (Basel, Switzerland)* 11, no. 6 (2023): 1–12. <https://www.mdpi.com/2227-9032/11/6/810>.
- Booth, Andrew, Anthea Sutton, dan Diana Papaioannou. *Systematic Approaches to a Successful Literature Review*. Edisi 2. California: SAGE Publications, 2016.
- Braun, Virginia, dan Victoria Clarke. *Thematic Analysis: A Practical Guide*. London: Sage Publications, 2022.
- Creswell, John W., dan Cheryl Poth. *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. Edisi 4. Thousand Oaks CA: Sage Publications, 2018.
- Erika, Kadek Ayu, Nur Fadilah, Aulia Insani Latif, Nurhikmawaty Hasbiah, Aidah Juliaty, Harun Achmad, dan Anugrayani Bustamin. "Stunting Super App as an Effort Toward Stunting Management in Indonesia: Delphi and Pilot Study." *JMIR Human Factors* 11 (2024): 854–862. <https://humanfactors.jmir.org/2024/1/e54862/>.
- Erlyn, Putri, Bachtari Alam Hidayat, Agus Fatoni, dan Herie Saksono. "Nutritional Interventions by Local Governments as an Effort to Accelerate Stunting Reduction." *Jurnal Bina Praja* 13, no. 3 (2021): 543–553. <https://jurnal.kemendagri.go.id/index.php/jbp/article/view/1134/>.
- Halwa, Elfa Nuzila. "Digital Communication of Stunting Prevention: A Qualitative Analysis on Instagram." *ATH-THARIQ: Jurnal Dakwah dan Komunikasi* 9, no. 1 (2025): 98–109. https://e-journal.metrouniv.ac.id/ath_thariq/article/view/10263/.
- Hasdyna, Novia, Rozzi Kesuma Dinata, Rahmi, dan T. Irfan Fajri. "Hybrid Machine Learning for Stunting Prevalence: A Novel Comprehensive Approach to it's Classification, Prediction, and Clustering Optimization in Aceh, Indonesia." *Informatics* 11, no. 4 (2024): 1–32. <https://www.mdpi.com/2227-9709/11/4/89>.
- Indrisari, Emilda, Hidayat Febiansyah, dan Bambang Adiwinoto. "A Systematic Literature Review on the Application of Machine Learning for Predicting Stunting Prevalence in Indonesia (2020-2024)." *Jurnal SISFOKOM* 14, no. 3 (2025): 277–283. <https://jurnal.atmaluhur.ac.id/index.php/sisfokom/article/view/2366/>.
- Kurniawati, Dini, Sutanto Priyo Hastono, Iko Safika, dan Wiji Wahyuningsih. "Geographically Weighted Regression Model of Stunting Determinants in Indonesia." *Journal of Maternal and Child Health* 10, no. 3 (2025): 140–152. <https://thejmch.com/index.php/thejmch/article/view/1193/>.
- Namirembe, Grace, Robin Shrestha, Julieta Mezzano, Lynne M. Ausman, Dale Davis, Kedar Baral, Shibani Ghosh, Gerald Shively, dan Patrick Webb. "Effective Nutrition

- Governance is Correlated with Better Nutrition Outcomes in Nepal.” *BMC Pediatrics* 21, no. 1 (2021): 434–443. <https://plu.mx/plum/a/?doi=10.1186/s12887-021-02898-4&theme=plum-bigben-theme>.
- Nurfajriani, Wiyanda Vera, Muhammad Wahyu Ilhami, Arivan Mahendra, Muhammad Win Afgani, dan Rusdy Abdullah Sirodj. “Triangulasi Data dalam Analisis Data Kualitatif.” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* 10, no. 17 (2024): 826–833. <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/7892>.
- Permatasari, Tria Astika Endah, Yudi Chadirin, Ernirita Ernirita, Anisa Nurul Syafitri, dan Devina Alifia Fadhilah. “The Accuracy of a Novel Stunting Risk Detection Application Based on Nutrition and Sanitation Indicators in Children Aged Under Five Years.” *BMC Nutrition* 11, no. 1 (2025): 93–103. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40361193/>.
- Pramana, A.A. Gde Yogi, Haidar Muhammad Zidan, Muhammad Fazil Maulana, dan Oskar Natan. “ESDS: AI-Powered Early Stunting Detection and Monitoring System using Edited Radius-SMOTE Algorithm.” *Machine Learning* (2024): 1–14. <https://arxiv.org/abs/2409.14105>.
- Ratnasari, Ahmad Jurnaidi Wahidin, dan Tahta Herdian Andika. “Deteksi Dini Stunting pada Anak berdasarkan Indikator Antropometri dengan Menggunakan Algoritma Machine Learning.” *Jurnal Algoritma* 21, no. 2 (2024): 378–387. <https://jurnal.itg.ac.id/index.php/algoritma/article/view/2122/>.
- Sahamony, Nur Fitriyani, Terttiaavini, dan Harsih Rianto. “Analisis Perbandingan Kinerja Model Machine Learning untuk Memprediksi Risiko Stunting pada Pertumbuhan Anak.” *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science* 4, no. 2 (2024): 413–422. <https://journal.irpi.or.id/index.php/malcom/article/view/1210/>.
- Sayekti, Ignatia Maria Sri. “Kemenkes Umumkan Penilaian Indeks Kematangan Digital dan Resource Center Transformation.” *Pressrelease.id*. Last modified 2023. <https://pressrelease.kontan.co.id/news/kemenkes-umumkan-penilaian-indeks-kematangan-digital-resource-center-transformation#:~:text=Pada 2023%2C jumlah provinsi dan kabupaten/kota yang,provinsi%2C 10 dinkes kabupaten/kota%2C dan 10 rumah>.
- Sihotang, Widya Yanti, Victor Trismanjaya Hulu, Frans Judea Samosir, Putri Yunita Pane, Hartono, Putranto Manalu, Masryna Siagian, dan Hajijah I. L. Panjaitan. “Determinants of Stunting in Children Under Five: a Scoping Review.” *The Indonesian Journal of Nutrition* 12, no. 1 (2023): 9–20. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jgi/article/view/53766/>.
- Siramaneerat, Issara, Erni Astutik, Farid Agushyana, Pimnapat Bhumkittipich, dan Wanjai Lamprom. “Examining Determinants of Stunting in Urban and Rural Indonesian: a Multilevel Analysis Using the Population-Based Indonesian Family Life Survey (IFLS).” *BMC Public Health* 24, no. 1371 (2024): 1–13. <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-024-18824-z>.
- Snyder, Hannah. “Literature Review as a Research Methodology: An Overview and Guidelines.” *Journal of Business Research* 104 (2019): 333–339. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296319304564>.

- Subratha, Hesteria Friska Armynia, dan Km Tri Sutrisna Agustia. “Determinants of Stunting Among Toddlers: a Systematic Literature Review.” *WMJ: Warmadewa Medical Journal* 9, no. 2 (2024): 50–56. https://ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/warmadewa_medical_journal/article/view/8067/.
- Sudiati, Listiarini Edy, Wahyu Aditama, dan Daniel Alfa Puryono. “IoT-based Stunting Education and Early Detection System for Stunting-Free Indonesia.” *East Asian Journal of Multidisciplinary Research* 2, no. 12 (2023): 4855–4866. <https://journal.formosapublisher.org/index.php/eajmr/article/view/6767/>.
- Team Redaksi. “Bank Dunia Menyetujui Dukungan untuk Memperluas Upaya Indonesia Mengurangi Stunting di Masa Kecil.” *World Bank Group*. Last modified 2023. <https://www.worldbank.org/in/news/press-release/2023/06/27/world-bank-approves-support-to-expand-indonesia-s-efforts-to-reduce-childhood-stunting>.
- . “Indonesia Berbagi Pengalaman Intervensi Stunting di Human Capital Summit di Laos.” *Sekretariat Wakil Presiden*. Last modified 2024. <https://stunting.go.id/indonesia-berbagi-pengalaman-intervensi-stunting-di-human-capital-summit-di-laos/>.
- Wicaksono, Ardy, Deny Prasetyo, Yulaikha Mar’atullatifah, Dwi Utari Iswavigra, Himmatunnisak Mahmudah, dan Ayun Hapsari. “Data Analysis and Explainable Machine Learning for Stunting Prediction.” *Journal of Artificial Intelligence and Legal Technology* 1, no. 1 (2025): 35–44. <https://journal.sah.co.id/index.php/JAILT/article/view/4/>.