



E-ISSN: 3025-4698
P-ISSN: 3046-8582

Jurnal Pembangunan Kota Tangerang

Jurnal Pembangunan Kota Tangerang | Vol. 4 | No. 1 | Hal. 1 - 137 | Tahun 2026 | P-ISSN:3046-8582



Diterbitkan oleh:
Bappeda Kota Tangerang

PENGANTAR REDAKSI

Assalamu ‘alaikum wr. wb.

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Jurnal Pembangunan Kota Tangerang (JPKT) Volume 4 Nomor 1 Tahun 2026 dapat diterbitkan dengan baik. Kehadiran jurnal ini merupakan salah satu bentuk komitmen Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kota Tangerang dalam mendorong pengembangan ilmu pengetahuan, penyebaran hasil kajian, serta penguatan budaya perencanaan pembangunan yang berbasis data, penelitian, dan inovasi.

Penerbitan JPKT edisi ini menjadi semakin relevan seiring dengan arah pembangunan Kota Tangerang Tahun 2025–2029 yang mengusung visi “**Kota Tangerang yang Kolaboratif, Maju, Berkelanjutan, Sejahtera, dan Berakhlakul Karimah.**” Visi tersebut menjadi landasan dalam merumuskan kebijakan, program, dan kegiatan pembangunan daerah yang melibatkan seluruh pemangku kepentingan secara sinergis, mendorong kemajuan dan daya saing kota, menjaga keberlanjutan lingkungan dan sumber daya, meningkatkan kesejahteraan masyarakat, serta memperkuat nilai-nilai moral dan etika dalam kehidupan bermasyarakat dan pemerintahan.

Dalam konteks tersebut, JPKT diharapkan dapat menjadi ruang kolaborasi antara pemerintah, akademisi, peneliti, praktisi, dunia usaha, dan masyarakat untuk bertukar gagasan, menyampaikan hasil penelitian, serta memberikan rekomendasi kebijakan yang konstruktif bagi pembangunan Kota Tangerang. Berbagai artikel yang disajikan dalam jurnal ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam menjawab tantangan pembangunan perkotaan yang semakin kompleks dan dinamis.

Kami menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada seluruh penulis, mitra bestari, tim penyunting, serta semua pihak yang telah berkontribusi dalam proses penerbitan jurnal ini. Semoga karya-karya yang dipublikasikan dapat menjadi referensi yang bermanfaat, memperkaya khazanah pengetahuan pembangunan daerah, serta menjadi inspirasi dalam mewujudkan pembangunan Kota Tangerang yang inklusif, inovatif, dan berkelanjutan.

Akhir kata, kami berharap Jurnal Pembangunan Kota Tangerang dapat terus berkembang sebagai media ilmiah yang berkualitas dan menjadi bagian penting dalam mendukung terwujudnya Kota Tangerang yang kolaboratif, maju, berkelanjutan, sejahtera, dan berakhlakul karimah.

Selamat membaca dan semoga bermanfaat.

Wassalamu ‘alaikum wr. wb.

KEPALA BAPPEDA KOTA TANGERANG



Dr. Hj. Yeti Rohaeti, AP., M.Si.

NIP. 19740807 199403 2 004



Daftar Isi (Table of Content) Vol 4. No.1

- 1 PENGARUH KOMPETENSI ASN, DUKUNGAN PIMPINAN, DAN SOP DIGITAL TERHADAP PELAYANAN DIGITAL BERBASIS TANGERANG LIVE 1 - 21
-- Toddy Aditya, Sukma Aditya Ramadhan --
- 2 EFEKTIVITAS BURSA KERJA VIRTUAL TANGERANG: PENDEKATAN UTAUT-IS SUCCESS MODEL 22 - 52
-- Syahdatul Maulida, Abdullah Haidar --
- 3 PENDIDIKAN KARAKTER BERBASIS KEARIFAN LOKAL MELALUI KEGIATAN ZIARAH EDUKATIF DI MAKAM RADEN ARIA YUDA NEGARA 53 - 67
-- Sutarman, Lina Sukanti, Neneng Lestari --
- 4 PEMENUHAN HAK AKSESIBILITAS BAGI PENYANDANG DISABILITAS DALAM PENGGUNAAN TRANSPORTASI MASSAL DI KOTA TANGERANG 68 - 82
-- Abdul Kadir, Siti Sadiyah Habibah --
- 5 TNG.COLLAB KOTA TANGERANG: PLATFORM KOLABORASI DIGITAL UNTUK SOLUSI SOSIAL EKONOMI BERKELANJUTAN 83 - 94
-- Rahmawati Apriliani, Lu'liyatul Mutmainah --
- 6 DESAIN KONSEPTUAL SMART STUNTING DETECTION: SISTEM BERBASIS MACHINE LEARNING UNTUK DETEKSI DINI STUNTING DI KOTA TANGERANG 95 - 105
-- Yo Ceng Giap --
- 7 CROWD ANALYTICS: DETEKSI VISUAL GOOGLE STREET VIEW SEBAGAI PROKSI AKTIVITAS EKONOMI PASAR TRADISIONAL 106 - 118
-- Sarah Sholikhhatun Risma, Pardomuan Robinson Sihombing --
- 8 PERAN KETAHANAN KELUARGA SEBAGAI STRATEGI PENGENTASAN PENGANGGURAN DALAM TINJAUAN EKONOMI 119 - 126
-- Canggih Gumanky, Puti Lenggo Ginny --
- 9 OPTIMALISASI PENGELOLAAN SAMPAH DI KOTA TANGERANG MELALUI INFRASTRUKTUR TEKNOLOGI DAN INSENTIF DIGITAL BERBASIS EKONOMI SIRKULAR 127 - 137
-- Khikmawanto --

DESAIN KONSEPTUAL SMART STUNTING DETECTION: SISTEM BERBASIS MACHINE LEARNING UNTUK DETEKSI DINI STUNTING DI KOTA TANGERANG

CONCEPTUAL DESIGN OF SMART STUNTING DETECTION: A MACHINE LEARNING-BASED SYSTEM FOR EARLY DETECTION OF STUNTING IN TANGERANG CITY

Yo Ceng Giap¹

¹Universitas Buddhi Dharma

Jl. Imam Bonjol No. 41 Karawaci Ilir Tangerang

Abstrak

Meskipun jumlah kasus menurun, stunting pada balita masih menjadi masalah kesehatan yang besar di Indonesia, termasuk Kota Tangerang. Memeriksa pertumbuhan secara manual dapat memakan waktu lama dan menimbulkan kesalahan, yang menunjukkan betapa pentingnya menggunakan teknologi untuk mendeteksi masalah sejak dini. Studi ini menyajikan Smart Stunting Detection, sebuah sistem berbasis machine learning yang dirancang untuk memprioritaskan aksesibilitas seluler dan memfasilitasi operasional luring bagi kader Posyandu. Kami memproses data antropometri dan sosiodemografi dengan algoritma Random Forest dan XGBoost. Kami juga menggunakan Standar Pertumbuhan Anak WHO untuk membuat data lebih konsisten dan SHAP untuk membantu kami mengetahui faktor risikonya. Sistem ini berupa aplikasi seluler yang memungkinkan pengguna memasukkan data, mengurutkannya secara otomatis ke dalam kategori seperti "Normal," "Stunted," dan "Stunted Berat," menampilkan data, dan melakukan sinkronisasi dengan puskesmas dan dinas kesehatan setempat. Hasil yang diharapkan adalah kader dapat bekerja lebih baik, data stunting real-time tersedia, dan Posyandu dapat didigitalisasi. Semua hal ini akan membantu menurunkan angka stunting di Kota Tangerang dan kota-kota lain di Indonesia.

Kata kunci: desain konseptual; machine learning; smart detection; stunting; tangerang sehat

Abstract

Even though the number of cases is going down, stunting in kids under five is still a big health problem in Indonesia, including Tangerang City. Checking growth by hand can take a long time and make mistakes, which shows how important it is to use technology to find problems early. This study presents Smart Stunting Detection, a machine learning-driven system designed to prioritize mobile accessibility and facilitate offline operations for Posyandu cadres. We process anthropometric and sociodemographic data with the Random Forest and XGBoost algorithms. We also use the WHO Child Growth Standards to make the data more consistent and SHAP to help us figure out what the risk factors are. The system is a mobile app that lets users enter data, automatically sorts it into categories like "Normal," "Stunted," and "Severe Stunted," shows the data, and syncs with health centers and local health offices. The expected outcomes are that cadres will be able to work better, that real-time stunting data will be available, and that Posyandu will be able to go digital. All of these things will help lower stunting in Tangerang City and other cities in Indonesia.

Keywords: conceptual design; machine learning; smart detection; stunting; healthy Tangerang

Email:

¹cenggiap@ubd.ac.id,

Cite This Article:

Giap, Yo C. (2026). Desain Konseptual Smart Stunting Detection: Sistem Berbasis Machine Learning Untuk Deteksi Dini Stunting Di Kota Tangerang. Jurnal Pembangunan Kota Tangerang, 4(1), 95–105.



Copyright (c) 2026 Jurnal Pembangunan Kota Tangerang. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0

PENDAHULUAN

Stunting pada anak balita tetap menjadi tantangan kesehatan masyarakat berskala global karena dampaknya terhadap perkembangan kognitif, kapasitas belajar, produktivitas ekonomi, dan risiko penyakit kronis di kemudian hari. Perkiraan Malnutrisi Anak Bersama (JME) terbaru dari WHO, UNICEF, dan Bank Dunia menunjukkan bahwa pada tahun 2024, akan ada 150,2 juta (23,2%) anak-anak di bawah usia lima tahun yang mengalami stunting di seluruh dunia. Ini merupakan beban besar yang menunjukkan betapa pentingnya memiliki sistem deteksi dini dan intervensi yang lebih baik. Terdapat tren penurunan global yang nyata selama dekade terakhir, namun masih terdapat perbedaan besar antar wilayah. Inilah sebabnya mengapa inovasi berbasis data sangat penting untuk mempercepat kemajuan (World Health Organization, 2025).

Di Indonesia, deret waktu SSGI menunjukkan perbaikan nasional: 27,7% (2019) turun menjadi 24,4% (2021) dan 21,6% (2022); hasil SKI 2023 mencatat 21,5%, kemudian SSGI 2024 menunjukkan penurunan lebih lanjut menjadi 19,8%. Meskipun trennya semakin membaik, pencapaian ini masih perlu diperkuat dengan sistem peringatan dini yang lebih baik yang dapat membantu menentukan tempat terbaik untuk melakukan intervensi di tingkat lokal (Humas BKKP, 2025; Kementerian Kesehatan, 2023; Tri Rini Puji Lestari, 2023).

Kota Tangerang menunjukkan tren penurunan yang konsisten dari tahun 2019 hingga 2024, dengan satu fluktuasi pada tahun 2023: Pada tahun 2019, angkanya sebesar 16,4% (Banten 23,4%, nasional 27,7%); pada tahun 2021 sebesar 15,3% (Banten 24,5%, nasional 24,4%); pada tahun 2022 sebesar 11,8% (Banten 20%, nasional 21,6%); pada tahun 2023 sebesar 17,6% (Banten 24%, nasional 21,5%); lalu turun signifikan pada tahun 2024 menjadi 11,2% (Banten 21,1%, nasional 19,8%). Tidak ada survei 2020 karena pandemi. Pola ini menunjukkan bahwa kinerja Kota Tangerang secara umum berada di bawah rata-rata provinsi dan negara secara keseluruhan. Hal ini juga menunjukkan perlunya sistem deteksi dini yang kuat untuk menjaga tren tetap stabil dan merata di semua distrik dan desa (Pemerintah Kota Tangerang, 2025).

Pemantauan tumbuh kembang balita di lapangan masih banyak dilakukan secara manual dan mengandalkan pencatatan di Posyandu sehingga berisiko terlambat, tidak lengkap, dan sulit dianalisis secara real time. Sejumlah inisiatif mHealth di Indonesia—termasuk penggunaan WhatsApp untuk pencatatan/pelaporan pertumbuhan oleh kader—menunjukkan kelayakan pendekatan mobile-first dan offline-capable untuk mempercepat arus data dari Posyandu ke Puskesmas dan pemerintah daerah. Penemuan ini memperkuat argumen bahwa saluran seluler yang terkenal di lapangan dapat menjadi tulang punggung integrasi data berbasis komunitas (Aisyah et al., 2025).

Sejalan dengan itu, kemajuan machine learning membuka peluang mengubah data antropometri dan sosiodemografi menjadi sistem peringatan dini risiko stunting yang operasional di gawai. Bukti empiris terbaru dari berbagai konteks negara berpendapatan rendah hingga menengah menunjukkan bahwa algoritme gabungan, seperti XGBoost dan Random Forest, unggul dalam mengklasifikasikan/memprediksi status gizi menggunakan data tabular kesehatan masyarakat. Pada saat yang sama, teknik AI yang dapat dijelaskan, seperti SHAP, memfasilitasi interpretasi kontribusi dari prediktor utama, sehingga meningkatkan penerimaan hasil model di kalangan pemangku kepentingan (Islam et al., 2024; Shen et al., 2023).

Dalam konteks epidemiologi gizi, penetapan label berdasarkan Standar Pertumbuhan Anak WHO—skor-Z tinggi badan menurut usia (HAZ) untuk stunting, skor-Z berat badan menurut tinggi badan (WHZ) untuk wasting, dan skor-Z berat badan menurut usia (WAZ) untuk underweight—tetap menjadi acuan utama untuk verifikasi lapangan dan evaluasi model. Penting untuk menggunakan definisi standar ini agar model tersebut sesuai dengan program intervensi gizi yang ada (de Onis et al., 2019).

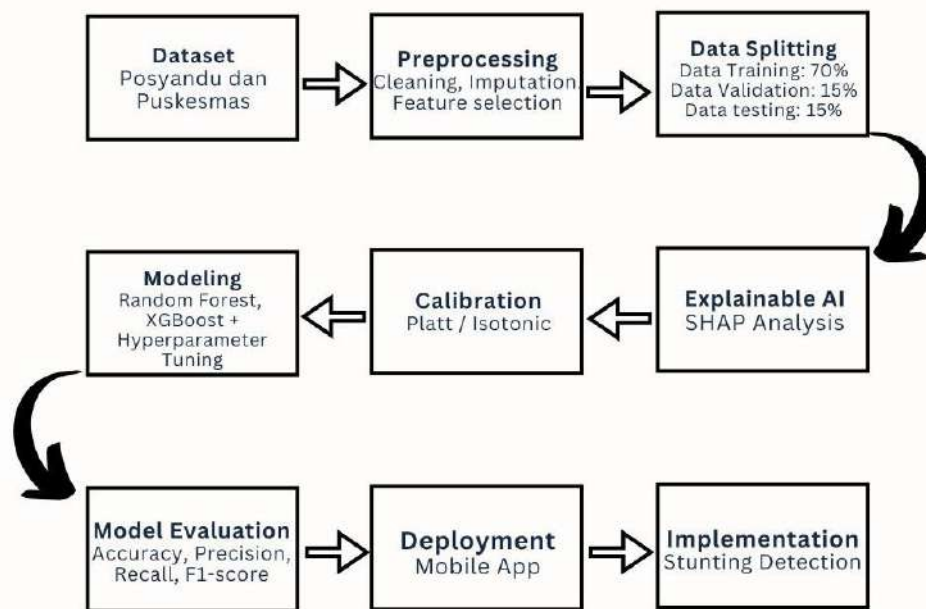
Meskipun menjanjikan, penerapan machine learning pada layanan publik harus memperhatikan bias dan keadilan. Literatur kesehatan digital terbaru menyarankan strategi mitigasi mulai dari tahap pelatihan, pengujian, dan implementasi—seperti audit dataset, pembelajaran yang memperhatikan keadilan, dan tata kelola model yang transparan—untuk mencegah disparitas kinerja antar kelompok populasi. Prinsip-prinsip ini merupakan bagian penting dari desain sistem yang diusulkan (Mihan et al., 2024).

Bertolak dari konteks global-nasional dan dinamika lokal Kota Tangerang, penelitian ini menyajikan desain konseptual “Smart Stunting Detection” berbasis machine learning yang mobile-first dan offline-capable. Sistem ini dirancang untuk memproses fitur antropometrik (misalnya, tinggi badan, berat badan, usia) dan faktor kontekstual menjadi skor risiko yang akurat (berdasarkan model ensemble ringan seperti XGBoost/Random Forest), dapat dijelaskan

(SHAP), dan siap diintegrasikan dengan alur kerja Posyandu-Puskesmas dan tata kelola data pemerintah daerah. Tujuannya adalah untuk memperkuat "Tangerang Sehat" melalui deteksi dini yang andal, adil, dan mudah digunakan pada perangkat seluler (Islam et al., 2024; Shen et al., 2023).

A. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini tergambarkan dalam diagram sebagai berikut:



Gambar 1. Metode penelitian

1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (R&D), dengan konsentrasi pada perancangan sistem Smart Stunting Detection berbasis machine learning. Sistem ini dirancang dengan prinsip mobile-first dan offline-capable agar kader Posyandu dapat mengoperasikannya di lapangan.

2. Dataset

- Sumber Data: Data antropometri balita (tinggi, berat, usia) serta data sosiodemografi keluarga yang diperoleh dari pencatatan Posyandu dan Puskesmas di Kota Tangerang.
- Standarisasi: Semua data diolah menggunakan standar WHO Child Growth Standards (Z-score HAZ, WAZ, WHZ).
- Ukuran Sampel: Minimal ratusan-ribuan entri balita dari beberapa kelurahan untuk memastikan representasi variasi konteks urban.

3. Preprocessing Data

- Pembersihan Data: Menghapus data ganda, mengisi nilai hilang (imputation), dan validasi rentang logis.
- Standardisasi WHO: Konversi data tinggi dan berat terhadap usia menjadi Z-score.
- Seleksi Fitur: Meliputi variabel antropometri, pendidikan ibu, status pekerjaan, sanitasi, dan faktor rumah tangga.
- Split Dataset: Pembagian ke dalam training set (70%), validation set (15%), dan test set (15%).

4. Arsitektur Model

- Algoritma: Random Forest dan XGBoost sebagai model utama karena performanya tinggi untuk data tabular kesehatan masyarakat.
- Optimasi:
 - Hyperparameter tuning menggunakan Grid Search / Bayesian Optimization.

-
- Kalibrasi probabilitas (Platt Scaling atau Isotonic Regression) untuk menghasilkan skor risiko yang lebih reliabel.
 - c. Explainable AI (XAI): Penggunaan SHAP untuk interpretasi faktor dominan.
 - 5. Implementasi Sistem
 - a. Platform: Aplikasi mobile berbasis Android/iOS dengan integrasi TensorFlow Lite (TFLite) untuk model prediksi on-device.
 - b. Fitur Utama:
 - Form input data balita.
 - Prediksi risiko stunting secara langsung di perangkat.
 - Visualisasi faktor risiko dominan (SHAP).
 - Feedback individu kepada orang tua/kader.
 - Sinkronisasi data ke server Puskesmas/Dinkes.
 - 6. Evaluasi Sistem
 - a. Evaluasi Model ML: Akurasi, Precision, Recall, F1-score, AUC-ROC, dan kalibrasi probabilitas (Brier Score).
 - b. Evaluasi Sistem:
 - Uji coba lapangan dengan kader Posyandu untuk menilai kecepatan, kemudahan penggunaan, dan akurasi hasil.
 - Aspek fairness: Analisis performa model antar subkelompok (misalnya berdasarkan jenis kelamin, wilayah kelurahan) untuk meminimalkan bias.
 - c. Metode Validasi: K-fold cross-validation (k=5 atau 10) untuk memastikan stabilitas performa model.

B. KERANGKA TEORI ATAU KERANGKA KONSEP

Studi multilevel berskala nasional menunjukkan determinan stunting berbeda antara wilayah urban dan rural; pada konteks urban, faktor-faktor seperti berat lahir rendah, umur sapih, usia orang tua, tempat persalinan, status gizi ibu, dan karakteristik rumah tangga berperan kuat—memberi sinyal bahwa kota besar seperti Tangerang perlu strategi spesifik perkotaan (urban-tailored) di luar intervensi universal. Temuan ini konsisten pada analisis IFLS (Siramaneerat et al., 2024) dan kajian urban Bali (Kusumajaya et al., 2023) yang menekankan peran pendidikan ibu, ANC, dan dukungan keluarga besar.

Pada keluarga dengan ibu bekerja, sebuah analisis nasional menemukan hubungan yang kuat antara pekerjaan ibu, cara ia mengasuh anak, dan stunting pada anak. Hal ini menunjukkan perlunya intervensi yang ramah pekerja (jam kerja fleksibel, dukungan menyusui) di kota-kota industri/jasa seperti Kota Tangerang (Supadmi et al., 2024).

Studi di Kota Tangerang Selatan (wilayah bertetangga dengan Kota Tangerang) menemukan bahwa tingkat pengetahuan masyarakat tentang stunting dipengaruhi faktor sosiodemografis dan akses informasi; intervensi pendidikan gizi berbasis komunitas serta pemanfaatan smartphone berpotensi meningkatkan literasi pencegahan stunting pada keluarga urban. Temuan ini memberi pembelajaran kontekstual untuk desain program komunikasi risiko dan edukasi di Kota Tangerang (Anggraeni et al., 2023).

Dalam lima tahun terakhir, prediksi stunting berbasis machine learning berkembang sangat pesat. Meta-analisis terbaru dari studi-studi yang berbasis pada Survei Demografi dan Kesehatan (DHS) menunjukkan bahwa kinerja agregat model machine learning adalah "sedang-baik" untuk memprediksi stunting dan bentuk-bentuk malnutrisi lainnya, yang menegaskan kesesuaian pendekatan machine learning untuk skrining dini populasi prasekolah di negara-negara berpenghasilan rendah hingga menengah (Rao et al., 2025).

Sejumlah studi perbandingan secara konsisten menunjukkan bahwa algoritma ensemble, khususnya Gradient Boosting (XGBoost/GBM) dan Random Forest, seringkali mengungguli regresi logistik dan model linear klasik pada data tabular kesehatan masyarakat. Dalam konteks Papua Nugini, kombinasi LASSO-XGBoost menghasilkan AUC terbaik dan digunakan bersama SHAP untuk mengidentifikasi prediktor utama stunting; temuan serupa (keunggulan GBM/RF) juga telah dilaporkan untuk Etiopia dan Bangladesh (Bitew et al., 2022; Ndagijimana et al., 2023; Talukder and Ahammed, 2020).

Di Afrika Timur dan Rwanda, penelitian berbasis survei nasional menunjukkan bahwa model peningkatan gradien/hutan acak mencapai akurasi dan AUC tertinggi, menekankan peran faktor sosiodemografi (usia anak, pendidikan ibu, indeks kekayaan, sanitasi) sebagai penentu

dominan—memperkuat pentingnya fitur kontekstual dalam pemodelan risiko terhambatnya pertumbuhan (Bitew et al., 2022; Ndagijimana et al., 2023).

Pemilihan fitur dan interpretabilitas menjadi fokus utama. Sebuah studi metodologis di Malawi membandingkan berbagai teknik seleksi variabel (mundur/maju/bertahap, LASSO, Boruta/RF) untuk mengembangkan model diagnostik stunting yang ringkas namun informatif. Sebaliknya, praktik terbaik dalam studi lain mengintegrasikan seleksi fitur dengan penjelasan model menggunakan SHAP untuk transparansi berbasis bukti (Mkungudza et al., 2024; Shen et al., 2023).

Dalam konteks Indonesia, bukti awal menunjukkan potensi machine learning untuk memetakan/memprediksi stunting dan mendukung intervensi berbasis masyarakat. Studi di Aceh mengintegrasikan SVM, regresi, dan pengelompokan untuk analisis prevalensi dan prediksi stunting, sementara studi hibrida di BMC Public Health mendokumentasikan pengembangan dan adopsi aplikasi mHealth Posyandu, yang menyoroti tantangan kritis terkait kualitas data (akurasi/konsistensi) yang penting bagi alur machine learning (Hasdyna et al., 2024; Rinawan et al., 2021).

Dua dimensi teknis utama untuk aplikasi klinis dan kesehatan masyarakat, selain akurasi, adalah kalibrasi probabilitas dan kecerdasan buatan yang dapat dijelaskan (XAI). Literatur di bidang kesehatan menekankan bahwa kalibrasi pasca-model (misalnya, Platt/sigmoid, isotonic) meningkatkan keandalan probabilitas risiko, sementara tinjauan sistematis XAI dalam layanan kesehatan menggambarkan bagaimana SHAP/LIME dapat meningkatkan atau mengurangi kepercayaan klinisi jika tidak disajikan dengan tepat—relevan dengan perancangan umpan balik bagi tenaga kesehatan masyarakat (Rosenbacke et al., 2024).

Masih terdapat beberapa kesenjangan penelitian yang perlu diisi. Kesenjangan ini meliputi: (i) studi yang berfokus pada kota-kota besar di Indonesia dengan beragam kondisi sosial dan ekonomi serta layanan kesehatan perkotaan, seperti Kota Tangerang; (ii) integrasi menyeluruh jalur data Posyandu (pembersihan-standardisasi WHO) ke dalam model machine learning yang terkalibrasi dan terjelaskan; dan (iii) implementasi perangkat seluler ringan (on-device/TFLite/ML Kit) untuk skrining berbasis komunitas. Kontribusi studi ini adalah untuk menjembatani kesenjangan tersebut dengan merancang sistem konseptual untuk "Smart Stunting Detection" yang berfokus pada penerapan dan pengelolaan data lokal, berdasarkan praktik terbaik dan temuan yang telah disebutkan sebelumnya (Rao et al., 2025; Rinawan et al., 2021; Shen et al., 2023).

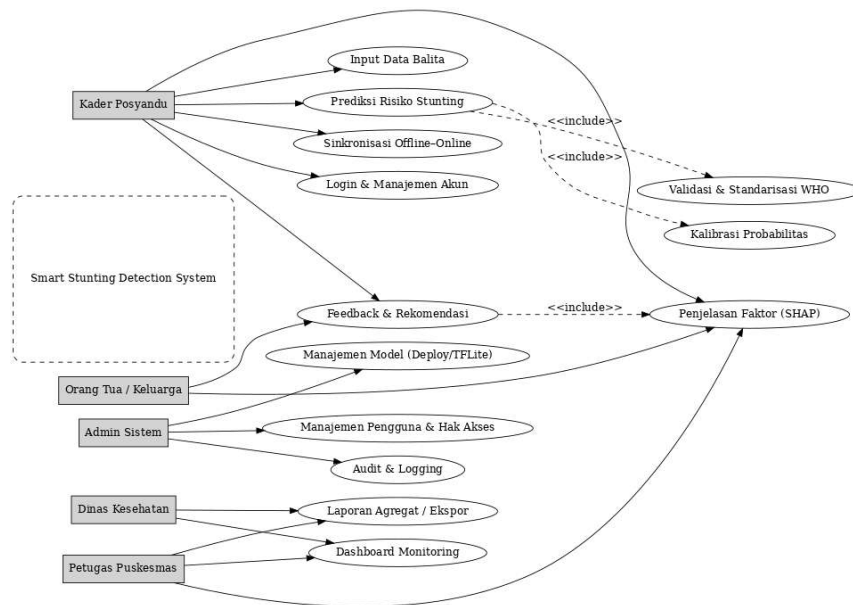
Meskipun banyak penelitian telah menunjukkan bahwa machine learning dapat digunakan untuk memprediksi stunting dan pentingnya faktor kontekstual, hingga saat ini belum ada rencana end-to-end yang secara menyeluruh mengintegrasikan data Posyandu yang terstandar WHO → model prediksi yang terkalibrasi → interpretasi berbasis XAI → penerapan mobile on-device untuk kebutuhan kota besar Indonesia. Urgensi ini semakin diperparah dengan fakta bahwa Tangerang dapat dilihat sebagai representasi kota-kota industri perkotaan di Indonesia. Hasilnya, desain sistem yang dibuat di Tangerang dapat direplikasi dan diadaptasi untuk kota-kota besar lainnya seperti Jakarta, Bekasi, dan Surabaya. Oleh karena itu, penelitian ini bukan sekadar pembuktian konsep, namun secara eksplisit ditujukan untuk penerapan praktis melalui integrasi ke dalam ekosistem Posyandu digital, pemanfaatan machine learning pada perangkat (TFLite/ML Kit), dan dukungan sistematis untuk pemantauan kader Puskesmas di perkotaan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini akan menjelaskan tentang desain konseptual smart stunting detection mulai dari desain sistem menggunakan use case diagram, desain UI dan hasil yang diharapkan.

1. Use Case Diagram

Use case diagram ini menunjukkan bagaimana aktor eksternal (Kader, Orang Tua, Puskesmas, Dinkes, Admin) berinteraksi dengan sistem Smart Stunting Detection. Diagram ini juga menunjukkan bahwa sistem ini tidak hanya memberikan prediksi; sistem ini juga memberikan interpretasi (SHAP), melakukan sinkronisasi luring dan daring, serta membantu tata kelola model dan data di tingkat pemerintah daerah.



Gambar 2. Use Case Diagram

Aktor

1. Kader Posyandu
 - a. Menginput data balita (tinggi, berat, usia, faktor sosiodemografi).
 - b. Melakukan prediksi risiko stunting dengan bantuan sistem.
 - c. Melakukan sinkronisasi data (offline-online).
 - d. Login dan mengelola akun.
 - e. Menerima feedback & rekomendasi dari sistem.
2. Orang Tua / Keluarga
 - a. Menerima feedback dan rekomendasi status gizi anak.
 - b. Dapat melihat penjelasan faktor (SHAP) sebagai dasar interpretasi hasil.
3. Admin Sistem
 - a. Mengelola pengguna dan hak akses.
 - b. Mengelola model machine learning (deploy ke aplikasi dengan TFLite).
 - c. Melakukan audit dan logging aktivitas sistem.
4. Petugas Puskesmas
 - a. Mengakses dashboard monitoring untuk memantau data balita di wilayah kerja.
 - b. Menggunakan fitur laporan agregat untuk rekapitulasi kasus.
5. Dinas Kesehatan
 - a. Mengakses laporan agregat.
 - b. Memantau dashboard monitoring sebagai dasar pengambilan kebijakan tingkat kota/provinsi.

Use Case Utama

1. Input Data Balita → dilakukan kader, menjadi sumber utama sistem.
2. Prediksi Risiko Stunting → sistem melakukan klasifikasi status gizi.
 - *Include*: Validasi & Standarisasi WHO (Z-score HAZ, WAZ, WHZ).
 - *Include*: Kalibrasi Probabilitas (agar hasil probabilitas reliabel).
3. Feedback & Rekomendasi → hasil prediksi diberikan kembali kepada kader/orang tua.
 - *Include*: Penjelasan Faktor (SHAP) agar hasil lebih transparan.
4. Sinkronisasi Offline-Online → memastikan data dari Posyandu tetap masuk meski tanpa koneksi internet.
5. Manajemen Model (Deploy/TFLite) → admin mengatur pembaruan model ke aplikasi mobile.

6. Manajemen Pengguna & Hak Akses → admin mengatur siapa yang bisa mengakses fitur tertentu.
7. Audit & Logging → mencatat aktivitas sistem untuk keamanan & transparansi.
8. Dashboard Monitoring & Laporan Agregat → digunakan oleh Puskesmas/Dinas untuk analisis populasi.

Relasi *Include*

1. Prediksi Risiko Stunting *include* → Validasi & Standarisasi WHO, Kalibrasi Probabilitas.
2. Feedback & Rekomendasi *include* → Penjelasan Faktor (SHAP).

Hal ini menunjukkan bahwa setiap prediksi tidak bisa dilepaskan dari proses validasi, kalibrasi, dan interpretasi faktor risiko.

2. Desain UI



Gambar 2. Desain UI

Desain UI aplikasi Smart Stunting Detection dirancang sederhana, minimalis, dan mudah digunakan oleh kader Posyandu maupun tenaga kesehatan di lapangan. Halaman awal berupa login screen yang menampilkan field *username* dan *password* untuk memastikan hanya pengguna berwenang yang dapat mengakses sistem, sehingga keamanan data anak tetap terjaga. Setelah berhasil masuk, pengguna diarahkan ke halaman input data anak yang dilengkapi dengan field penting sesuai standar WHO, seperti NIK, nama, tanggal lahir, usia dalam bulan, jenis kelamin, tinggi badan, berat badan, lingkar kepala, dan lingkar lengan atas (MUAC). Semua field ditampilkan dengan background putih, teks hitam, dan border hitam agar kontras dan mudah terbaca, bahkan di kondisi lapangan dengan pencahayaan terbatas.

Setelah data diisi, pengguna menekan tombol “Proses” yang akan menjalankan perhitungan otomatis menggunakan standar Z-score WHO dan model machine learning. Hasil perhitungan langsung ditampilkan dalam bentuk status gizi anak, yaitu *Normal*, *Stunted*, atau *Severe Stunted*. Selain output teks, sistem juga menyediakan visualisasi grafik yang menunjukkan distribusi prevalensi status gizi, sehingga memudahkan interpretasi baik bagi kader maupun orang tua. Secara keseluruhan, desain UI ini mendukung prinsip *user-friendly*, cepat dioperasikan, serta memberikan informasi yang jelas dan mudah dipahami, sehingga dapat meningkatkan efektivitas deteksi dini stunting di Kota Tangerang.

Keunggulan UI Smart Stunting Detection dibanding aplikasi pencatatan Posyandu konvensional terletak pada pendekatan yang lebih interaktif, terintegrasi, dan berbasis kecerdasan buatan. Pertama, UI ini tidak hanya berfungsi sebagai alat pencatatan data, tetapi juga langsung memproses dan menganalisis data menggunakan standar WHO serta algoritma machine learning, sehingga kader tidak perlu melakukan perhitungan manual

atau menunggu rekapitulasi dari pusat. Hal ini mempercepat proses deteksi dini stunting secara real-time di lokasi Posyandu.

Kedua, UI dirancang dengan tampilan minimalis dan fokus pada indikator penting (NIK, usia, jenis kelamin, tinggi, berat, lingk kepala, dan MUAC), sehingga kader lebih mudah dan cepat dalam memasukkan data tanpa perlu melalui banyak menu seperti pada aplikasi konvensional. Penggunaan warna sederhana (background putih, teks hitam, hasil status ditampilkan jelas) meningkatkan keterbacaan dan mengurangi risiko salah input, terutama di lapangan dengan kondisi pencahayaan yang tidak selalu optimal.

Ketiga, hasil tidak hanya berupa angka atau catatan, melainkan langsung menampilkan status gizi (Normal, Stunted, Severe Stunted) serta visualisasi grafik yang memperlihatkan distribusi prevalensi. Fitur ini membuat informasi lebih mudah dipahami oleh kader, orang tua, maupun pemangku kebijakan, berbeda dengan aplikasi pencatatan konvensional yang umumnya hanya menyajikan data mentah atau tabel.

Keempat, UI Smart Stunting Detection sudah mendukung sinkronisasi offline-online, sehingga kader tetap bisa melakukan input meski tanpa koneksi internet stabil, dan data akan otomatis tersinkronisasi ketika jaringan tersedia. Pada aplikasi konvensional, keterbatasan jaringan sering menyebabkan data tidak lengkap atau tertunda.

Dengan keunggulan-keunggulan ini, UI Smart Stunting Detection tidak hanya berperan sebagai alat pencatat, tetapi juga sebagai alat diagnostik awal, edukatif, dan pengambil keputusan cepat, menjadikannya lebih unggul dan relevan dengan kebutuhan monitoring gizi di tingkat komunitas perkotaan seperti Kota Tangerang.

3. Hasil yang diharapkan

1. Pertama, dari sisi pengguna (kader Posyandu), hasil yang diharapkan adalah meningkatnya efisiensi kerja karena mereka tidak lagi hanya berperan sebagai pencatat data, melainkan juga sebagai fasilitator yang dapat langsung memberikan informasi status gizi anak kepada orang tua. Dengan UI sederhana dan minimalis, input data dapat dilakukan lebih cepat dan risiko kesalahan pencatatan berkurang.
2. Kedua, dari sisi keluaran sistem, hasil yang diharapkan adalah adanya klasifikasi status gizi anak secara otomatis (Normal, Stunted, Severe Stunted) berdasarkan standar WHO, yang sebelumnya membutuhkan perhitungan manual yang rumit. Ditambah dengan visualisasi grafik, informasi menjadi lebih intuitif dan dapat langsung digunakan untuk konseling orang tua mengenai kondisi gizi anak.
3. Ketiga, dari sisi kesehatan masyarakat, hasil yang diharapkan adalah tersedianya data prevalensi stunting secara real-time di tingkat kelurahan, kecamatan, hingga kota. Data ini dapat langsung disinkronisasi ke Puskesmas dan Dinas Kesehatan untuk mempercepat proses monitoring, evaluasi, serta pengambilan keputusan terkait intervensi gizi dan kesehatan anak.
4. Terakhir, dari sisi strategis, diharapkan sistem ini dapat menjadi bagian dari transformasi digital layanan Posyandu. Dengan adanya UI yang ramah pengguna dan dukungan machine learning, sistem tidak hanya mencatat, tetapi juga mendeteksi, memprediksi, dan menjelaskan faktor risiko stunting. Hasil akhirnya adalah tercapainya tujuan jangka panjang: menurunkan angka stunting di Kota Tangerang secara berkelanjutan melalui deteksi dini, intervensi tepat sasaran, dan tata kelola data kesehatan yang lebih baik.

D. PENUTUP

Penelitian ini menyajikan rancangan konseptual sistem Smart Stunting Detection berbasis machine learning yang dirancang untuk memperkuat deteksi dini stunting di Kota Tangerang. Melalui pendekatan mobile-first dan offline-capable, sistem ini diharapkan mampu menjawab berbagai keterbatasan metode manual yang selama ini digunakan di Posyandu, serta menghadirkan solusi yang lebih cepat, akurat, dan terintegrasi dengan standar WHO.

Implementasi sistem ini bukan hanya berorientasi pada inovasi teknologi, tetapi juga pada penguatan tata kelola data kesehatan masyarakat di tingkat lokal, sekaligus memberikan manfaat praktis bagi kader Posyandu, orang tua, Puskesmas, hingga Dinas Kesehatan. Dengan memadukan algoritma machine learning, fitur explainable AI, serta antarmuka pengguna yang sederhana, sistem ini diharapkan dapat menjadi model transformasi digital layanan gizi anak yang efektif, transparan, dan berkelanjutan.

Pada akhirnya, penelitian ini tidak hanya ditujukan untuk menghasilkan proof-of-concept, melainkan juga sebagai upaya nyata dalam mendukung program Tangerang Sehat dan target penurunan stunting nasional. Dengan dukungan berbagai pihak, sistem ini berpotensi direplikasi di kota-kota besar lainnya di Indonesia, sehingga dapat memberi kontribusi signifikan bagi upaya percepatan penurunan stunting secara nasional dan peningkatan kualitas generasi mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, D.N., Mayadewi, C.A., Utami, A., Rahman, F.M., Adriani, N.H., Al Faroz, E., Sayoko, M.H., Chairunisa, A., Restiana, L., Manikam, L., Kozlakidis, Z., 2025. Using WhatsApp for Nutrition Surveillance Among Children Under 5 Years in West Java, Indonesia: Cross-Sectional Survey and Feasibility Study. *JMIR Pediatr Parent* 8. <https://doi.org/10.2196/58752>
- Anggraeni, L.D., Suhaid, D.N., Daryati, E.I., Isnawati, Y.D., Woro Pramesti, P.Y., Sunarti, Uly, C., 2023. Factors Affecting Community Knowledge Regarding Stunting in South Tangerang. *Malaysian Journal of Nursing* 14, 143-148. <https://doi.org/10.31674/mjn.2023.v14i03.017>
- Bitew, F.H., Sparks, C.S., Nyarko, S.H., 2022. Machine learning algorithms for predicting undernutrition among under-five children in Ethiopia. *Public Health Nutr* 25, 269-280. <https://doi.org/10.1017/S1368980021004262>
- de Onis, M., Borghi, E., Arimond, M., Webb, P., Croft, T., Saha, K., De-Regil, L.M., Thuita, F., Heidkamp, R., Krusevec, J., Hayashi, C., Flores-Ayala, R., 2019. Prevalence thresholds for wasting, overweight and stunting in children under 5 years. *Public Health Nutr* 22, 175-179. <https://doi.org/10.1017/S1368980018002434>
- Hasdina, N., Dinata, R.K., Rahmi, Fajri, T.I., 2024. Hybrid Machine Learning for Stunting Prevalence: A Novel Comprehensive Approach to Its Classification, Prediction, and Clustering Optimization in Aceh, Indonesia. *Informatics* 11. <https://doi.org/10.3390/informatics11040089>
- Humas BKKP, 2025. SSGI 2024: Prevalensi Stunting Nasional Turun Menjadi 19,8% [WWW Document]. <https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/>.
- Islam, M.M., Shoukot Jahan Kibria, N.M., Kumar, S., Roy, D.C., Karim, M.R., 2024. Prediction of undernutrition and identification of its influencing predictors among under-five children in Bangladesh using explainable machine learning algorithms. *PLoS One* 19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0315393>
- Kementerian Kesehatan, 2023. Stunting in Indonesia and Its Determinants.
- Kusumajaya, A.A.N., Mubasyiroh, R., Sudikno, S., Nainggolan, O., Nursanyoto, H., Sutiari, N.K., Adhi, K.T., Suarjana, I.M., Januraga, P.P., 2023. Sociodemographic and Healthcare Factors Associated with Stunting in Children Aged 6-59 Months in the Urban Area of Bali Province, Indonesia 2018. *Nutrients* 15, 389. <https://doi.org/10.3390/nu15020389>
- Mihan, A., Pandey, A., Van Spall, H.G., 2024. Mitigating the risk of artificial intelligence bias in cardiovascular care. *Lancet Digit Health*. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(24\)00155-9](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(24)00155-9)
- Mkungudza, J., Twabi, H.S., Manda, S.O.M., 2024. Development of a diagnostic predictive model for determining child stunting in Malawi: a comparative analysis of variable selection approaches. *BMC Med Res Methodol* 24. <https://doi.org/10.1186/s12874-024-02283-6>
- Ndagijimana, S., Kabano, I.H., Masabo, E., Ntaganda, J.M., 2023. Prediction of Stunting among Under-5 Children in Rwanda Using Machine Learning Techniques. *Journal of Preventive Medicine and Public Health* 56, 41-49. <https://doi.org/10.3961/jpmph.22.388>
- Pemerintah Kota Tangerang, 2025. Catat Tren Positif Lima Tahun: Prevalensi Stunting Kota Tangerang Konsisten di Bawah Prevalensi Provinsi dan Nasional [WWW Document]. <https://tangerangkota.go.id/>.
- Rao, B., Rashid, M., Hasan, M.G., Thunga, G., 2025. Machine Learning in Predicting Child Malnutrition: A Meta-Analysis of Demographic and Health Surveys Data. *Int J Environ Res Public Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph22030449>
- Rinawan, F.R., Susanti, A.I., Amelia, I., Ardisasmita, M.N., Widarti, Dewi, R.K., Ferdian, D., Purnama, W.G., Purbasari, A., 2021. Understanding mobile application development and implementation for monitoring Posyandu data in Indonesia: a 3-year hybrid action study to build "a bridge" from the community to the national scale. *BMC Public Health* 21. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11035-w>
- Rosenbacke, R., Melhus, Å., McKee, M., Stuckler, D., 2024. How Explainable Artificial Intelligence Can Increase or Decrease Clinicians' Trust in AI Applications in Health Care: Systematic Review. *JMIR AI*. <https://doi.org/10.2196/53207>
- Shen, H., Zhao, H., Jiang, Y., 2023. Machine Learning Algorithms for Predicting Stunting among Under-Five Children in Papua New Guinea. *Children* 10. <https://doi.org/10.3390/children10101638>

- Siramaneerat, I., Astutik, E., Agushybana, F., Bhumkittipich, P., Lamprom, W., 2024. 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. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-18824-z>
- Supadmi, S., Laksono, A.D., Kusumawardani, H.D., Ashar, H., Nursafingi, A., Kusrini, I., Musoddaq, M.A., 2024. Factor related to stunting of children under two years with working mothers in Indonesia. Clin Epidemiol Glob Health 26. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2024.101538>
- Talukder, A., Ahammed, B., 2020. Machine learning algorithms for predicting malnutrition among under-five children in Bangladesh. Nutrition 78, 110861. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.110861>
- Tri Rini Puji Lestari, 2023. Stunting In Indonesia: Understanding The Roots Of The Problem And Solutions.
- World Health Organization, 2025. Joint child malnutrition estimates [WWW Document]. <https://www.who.int/teams/nutrition-and-food-safety/monitoring-nutritional-status-and-food-safety-and-events/joint-child-malnutrition-estimates/latest-estimates>.