

Pengembangan Sistem Pakar Deteksi Dini *Stunting* Menggunakan *Naive Bayes* Di Rumah Sakit Assalam Cibinong

Hanif Luqmanul Hakim ^{1,*}, Rika Apriani ¹

¹ Fakultas Informatika dan Desain; Universitas Bina Insani; e-mail:
hanifluqmanulhakim20@gmail.com, rika@binainsani.ac.id

* Korespondensi: e-mail: hanifluqmanulhakim20@gmail.com

Submitted: 14/06/2026; Revised: 22/06/2026; Accepted: 15/07/2026; Published: 30/09/2026

Abstract

Stunting is a chronic nutritional problem that has become a national priority in Indonesia, yet early detection at Assalam Hospital Cibinong is still performed manually, which slows the assessment process for healthcare workers and leaves parents without an independent means of monitoring their child's growth. This study aims to develop a web-based expert system that accelerates stunting early detection in children aged 0–60 months for healthcare workers while simultaneously providing parents with independent monitoring access. The system was developed using the Prototype model with PHP and adopts a hybrid approach: the Naive Bayes algorithm for the Length/Height-for-Age (L/H-A) index and a Rule Based System for the Weight-for-Age (W-A) and Weight-for-Length/Height (W-L/H) indices, in accordance with Indonesian Ministry of Health Regulation Number 2 of 2020, using a validated dataset of 378 anthropometric medical records. Testing was conducted through Black Box Testing, 10-Fold Cross Validation, and User Acceptance Testing. The results show Naive Bayes accuracy of 76.72% (76.18% on 10-Fold CV), 100% Rule Based System consistency, and a UAT feasibility score of 96.5% (Highly Feasible). The system is proven to shorten the nutritional status assessment process for healthcare workers while providing parents with independent screening access. The novelty of this research lies in the simultaneous integration of three anthropometric indices (L/H-A, W-A, W-L/H) into a single hybrid web-based expert system validated with actual hospital medical records, distinguishing it from prior studies focusing on single-index classification or algorithm comparison without clinical implementation.

Keywords: Anthropometric, Expert system, Naive bayes, Rule based system, Stunting

Abstrak

Stunting merupakan masalah gizi kronis yang menjadi prioritas nasional di Indonesia, namun proses deteksi dini di Rumah Sakit Assalam Cibinong masih dilakukan secara manual sehingga waktu pelayanan tenaga kesehatan menjadi lambat dan orang tua pasien tidak memiliki sarana mandiri untuk memantau pertumbuhan anak. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pakar berbasis web yang dapat mempercepat deteksi dini stunting pada anak usia 0–60 bulan bagi tenaga kesehatan sekaligus memberikan akses pemantauan mandiri bagi orang tua pasien. Sistem dikembangkan dengan model Prototype menggunakan bahasa PHP dan mengadopsi pendekatan hybrid, yaitu algoritma Naive Bayes untuk indeks PB/TB-U serta Rule Based System untuk indeks BB/U dan BB/PB-TB sesuai standar Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2020 dengan dataset 378 catatan rekam medis tervalidasi. Pengujian dilakukan melalui Black Box Testing, 10-Fold Cross Validation, dan User Acceptance Testing. Hasil menunjukkan akurasi Naive Bayes 76,72% (76,18% pada 10-Fold CV), konsistensi Rule Based System 100%, dan UAT memperoleh persentase kelayakan 96,5% (kategori Sangat Baik). Sistem terbukti dapat mempersingkat proses penilaian status gizi anak oleh tenaga kesehatan sekaligus memberikan akses skrining mandiri bagi orang tua pasien. Kebaruan penelitian ini

terletak pada integrasi simultan tiga indeks antropometri dalam satu sistem pakar berbasis web yang divalidasi menggunakan data rekam medis rumah sakit nyata, membedakannya dari penelitian sebelumnya yang berfokus pada klasifikasi indeks tunggal atau perbandingan algoritma tanpa implementasi klinis.

Kata kunci: Antropometri, Sistem pakar, Naive bayes, Sistem Berbasis Aturan, Stunting

1. Pendahuluan

Sistem pakar (*expert system*) merupakan sistem berbasis komputer yang dirancang untuk meniru proses pengambilan keputusan seorang pakar dalam bidang tertentu. Sistem ini memanfaatkan basis pengetahuan dan mesin inferensi untuk menghasilkan rekomendasi yang menyerupai saran dari pakar manusia (Dianti & Suendri, 2023). Dalam bidang kesehatan, sistem pakar telah banyak diterapkan untuk mendukung diagnosis dini, pemantauan penyakit, dan penyediaan rekomendasi berbasis bukti, sehingga mampu menjembatani keterbatasan tenaga ahli dan meningkatkan akses masyarakat terhadap layanan kesehatan berkualitas.

Stunting merupakan salah satu masalah gizi kronis yang menjadi prioritas nasional di Indonesia. Kondisi ini ditandai dengan nilai indeks tinggi badan menurut umur (TB/U) yang berada di bawah -2 standar deviasi dari median WHO, dan tidak hanya menghambat pertumbuhan fisik anak, tetapi juga berdampak buruk pada perkembangan kognitif serta produktivitas di masa depan (Apriastini et al., 2024). Berdasarkan data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023, prevalensi *stunting* di Indonesia masih berada di atas target WHO meskipun menunjukkan tren penurunan, sehingga percepatan deteksi dini *stunting* menjadi program prioritas nasional yang memerlukan dukungan teknologi informasi di berbagai fasilitas kesehatan (Kemenkes RI, 2023).

Rumah Sakit Assalam Cibinong, yang berlokasi di Jalan Raya Bogor Km. 46,7 Kecamatan Cibinong dengan akreditasi paripurna KARS, merupakan salah satu fasilitas kesehatan rujukan di Kabupaten Bogor. Berdasarkan observasi dan wawancara langsung di unit IT & SIMRS, proses deteksi dini *stunting* di RS Assalam masih dilakukan secara manual. Tenaga kesehatan melakukan pengukuran antropometri, mencatat hasil pada buku register dan buku KMS, kemudian mencocokkan data secara manual dengan tabel standar Permenkes dalam bentuk dokumen PDF. Kondisi ini menimbulkan dua permasalahan utama: dari sisi tenaga kesehatan, prosedur manual menyebabkan waktu pelayanan lambat; dari sisi orang tua pasien, tidak tersedia sarana mandiri untuk memantau perkembangan antropometri anak tanpa kunjungan langsung ke rumah sakit.

Sejumlah penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas algoritma *Naive Bayes* dalam deteksi *stunting*. Sahamony et al. (2024) membuktikan *Naive Bayes* unggul dibandingkan empat algoritma *machine learning* lainnya dengan akurasi 98,57% pada 400 sampel data. Alamin & Aryani (2025) memperoleh akurasi 99,65% menggunakan *Naive Bayes* dengan perbandingan KNN dan SVM di Puskesmas Sepatan. Kusumawardhany & Abdullah (2025) mencapai akurasi 94,80% pada 250 balita dari 17 posyandu. Fadilah & Putri (2025) mengimplementasikan *Naive Bayes* dalam sistem pakar berbasis web yang dikombinasikan

dengan *Forward Chaining* untuk diagnosis *stunting* di puskesmas. Subadi & Kusriani (2024) membandingkan tiga algoritma pada dataset 6.342 balita dan menemukan *Naive Bayes* mencapai akurasi tertinggi 90%.

Tabel 1. Perbandingan penelitian terdahulu terkait deteksi stunting

Peneliti (Tahun)	Metode	Dataset	Indeks	Akurasi	Sistem Web
Sahamony et al. (2024)	NB, DT, RF, SVM, KNN	400 balita	TB/U	98,57%	Tidak
Alamin & Aryani (2025)	NB, KNN, SVM	Puskesmas	TB/U	99,65%	Tidak
Kusumawardhany & Abdullah (2025)	NB, KNN	250 balita	TB/U	94,80%	Tidak
Fadilah & Putri (2025)	NB + Forward Chaining	Puskesmas	TB/U	N/A	Ya (web)
Subadi & Kusriani (2024)	NB, SVM, KNN	6.342 balita	Gejala medis	90,00%	Tidak
Penelitian ini (2026)	NB + Rule Based System	378 rekam medis RS	PB/TB-U, BB/U, BB/PB-TB	76,72%	Ya (RS)

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut memiliki keterbatasan yang menjadi celah penelitian ini. Beberapa studi masih berhenti pada perbandingan algoritma tanpa mengimplementasikannya menjadi sistem pakar yang dapat digunakan tenaga kesehatan secara langsung. Sebagian menggunakan input berupa gejala medis kualitatif yang bersifat subjektif, bukan data antropometri kuantitatif berbasis standar Permenkes RI. Selain itu, belum ada yang mengintegrasikan tiga indeks antropometri (TB/U, BB/U, BB/PB-TB) secara bersamaan dengan basis aturan resmi Kementerian Kesehatan dan diuji menggunakan data rekam medis nyata dari lingkungan rumah sakit. Penelitian ini bertujuan mengisi celah tersebut dengan mengembangkan sistem pakar deteksi dini *stunting* berbasis web yang mengadopsi pendekatan *hybrid* menggabungkan *Naive Bayes Classifier* untuk indeks PB/TB-U dan *Rule Based System* untuk indeks BB/U dan BB/PB-TB dengan acuan standar Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2020.

Kebaruan penelitian ini secara eksplisit terletak pada tiga aspek utama yaitu penggunaan data rekam medis nyata dari lingkungan rumah sakit bukan dataset publik atau posyandu sebagai basis pelatihan dan validasi klinis, integrasi tiga indeks antropometri secara bersamaan (PB/TB-U melalui *Naive Bayes*, BB/U dan BB/PB-TB melalui *Rule Based System*) dalam satu sistem yang kohesif, dan pendekatan *hybrid* yang memisahkan klasifikasi probabilistik dari aturan deterministik berbasis standar Permenkes RI, menghasilkan sistem yang transparan dan dapat diaudit secara medis.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan model Prototype sebagai pendekatan pengembangan sistem yang bersifat iteratif, di mana versi awal sistem dibangun, dievaluasi bersama pengguna, dan diperbaiki berdasarkan umpan balik hingga mencapai kematangan yang disetujui (Situmorang & Zul, 2024). Tahapan pengembangan meliputi *Communication* (wawancara kebutuhan), *Quick Plan* (perencanaan fitur), *Modelling Quick Design* (perancangan flowchart dan antarmuka), *Construction of Prototype* (implementasi), dan *Deployment & Feedback* (pengujian). Pada literasi pertama, masukan dari dr. Dwi Suryaning Ayu Aprilizia, Sp.A. mendorong penyesuaian pendekatan klasifikasi agar sesuai standar medis Permenkes RI, sehingga pengembangan diulang dari tahap awal.

Data yang digunakan bersumber dari 378 catatan rekam medis antropometri anak usia 0–60 bulan di RS Assalam Cibinong yang telah divalidasi oleh dr. Dwi Suryaning Ayu Aprilizia, Sp.A. Setiap catatan memiliki empat atribut input—jenis kelamin, usia (bulan), berat badan (kg), dan panjang/tinggi badan (cm)—serta satu label kelas (*Stunting*/Tidak *Stunting*) berdasarkan indeks PB/TB-U sesuai Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2020 (Kemenkes RI, 2020). Dataset bersifat tidak seimbang (*imbalanced*) dengan proporsi kelas *Stunting* hanya 15,87%, merepresentasikan distribusi prevalensi *stunting* nyata di lapangan klinis.

Sistem mengadopsi pendekatan hybrid yang mengombinasikan dua metode klasifikasi. Pertama, algoritma *Gaussian Naive Bayes Classifier* digunakan untuk mengklasifikasikan indeks PB/TB-U. Algoritma ini dipilih karena kemampuannya menangani atribut numerik kontinu melalui distribusi Gaussian, menghasilkan keluaran berupa probabilitas yang informatif bagi tenaga kesehatan, serta efisiensi komputasi yang cocok untuk aplikasi web *real-time* (Gurning et al., 2024). Parameter model yang dipelajari meliputi probabilitas prior setiap kelas dan parameter Gaussian (μ dan σ) untuk setiap atribut pada setiap kelas, dihitung pada dua subset terpisah (laki-laki: 203 data; perempuan: 175 data) sesuai perbedaan nilai referensi Permenkes RI.

Proses klasifikasi *Gaussian Naive Bayes* mencakup tiga tahapan. Pertama, tahap pelatihan: model menghitung probabilitas prior $P(C)$ untuk setiap kelas, serta mengestimasi parameter distribusi Gaussian (μ dan σ) tiap atribut menggunakan *maximum likelihood estimation*. Kedua, tahap prediksi: posterior probability dihitung menggunakan Teorema Bayes, $P(C|x) \propto P(C) \times \prod P(x_i|C)$, dengan $P(x_i|C)$ mengikuti fungsi densitas Gaussian. Ketiga, kelas dengan *posterior probability* tertinggi dipilih sebagai prediksi akhir (Kim et al., 2024).

Preprocessing data yang diterapkan yaitu validasi klinis seluruh 378 rekam medis oleh dr. Dwi Suryaning Ayu Aprilizia, Sp.A. untuk memastikan keakuratan pengukuran, penghapusan entri dengan nilai atribut yang tidak realistis secara klinis dan pemisahan dataset berdasarkan jenis kelamin untuk menghitung parameter pelatihan model secara terpisah, sesuai tabel referensi Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2020 yang membedakan nilai Z-score berdasarkan jenis kelamin (Kemenkes RI, 2020).

Ketidakseimbangan kelas (*class imbalance*) dengan proporsi *Stunting* 15,87% tidak ditangani menggunakan teknik resampling seperti SMOTE (*Synthetic Minority Over-sampling Technique*) atau *Random Oversampling*, karena model dilatih pada keseluruhan data nyata sebagai representasi distribusi klinis aktual. Evaluasi menggunakan 10-Fold Cross Validation dilakukan untuk mengantisipasi potensi *overfitting*. Ketidakseimbangan kelas diakui sebagai keterbatasan dan dapat diatasi pada penelitian lanjutan (Zemariam et al., 2025; Bitew et al., 2022).

Kedua, *Rule Based System* digunakan untuk mengklasifikasikan indeks BB/U dan BB/PB-TB berdasarkan ambang batas Z-score dalam Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2020 (Kemenkes RI, 2020). Klasifikasi BB/U mencakup empat kategori, sedangkan BB/PB-TB mencakup enam kategori. Pemilihan tabel BB/PB (usia ≤ 24 bulan) atau BB/TB (usia > 24 bulan) dilakukan otomatis berdasarkan usia anak. Pendekatan deterministik ini menjamin konsistensi mutlak dengan standar resmi Kementerian Kesehatan sehingga setiap keputusan dapat diaudit secara medis.

Sistem diimplementasikan menggunakan PHP di atas server XAMPP dan diintegrasikan ke dalam website RS Assalam Cibinong yang dapat diakses tanpa login. Pengujian dilakukan melalui tiga tahap: *Black Box Testing* (15 skenario fungsional), 10-Fold *Cross Validation* untuk mengevaluasi stabilitas *Naive Bayes* secara statistik (Pinem & Putra, 2025), dan *User Acceptance Testing* (UAT) menggunakan kuesioner skala Likert 4 poin berdasarkan Lima Aspek *Usability Nielsen* kepada 5 responden orang tua pasien balita (Putro et al., 2024).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Distribusi Dataset

Distribusi dataset pelatihan disajikan pada Tabel 1. Dari total 378 data, proporsi kelas *Stunting* hanya 15,87% (60 data), mencerminkan distribusi nyata prevalensi *stunting* di lapangan klinis. Prevalensi *stunting* lebih tinggi pada anak laki-laki (17,73%) dibandingkan anak perempuan (13,71%), konsisten dengan data epidemiologi nasional.

Tabel 2. Distribusi dataset pelatihan

Jenis Kelamin	Tidak Stunting	Stunting	Total	% Stunting
Laki-laki	167	36	203	17,73
Perempuan	151	24	175	13,71
Total	318	60	378	15,87

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

3.2. Performa Naive Bayes

Evaluasi performa *Naive Bayes* dilakukan menggunakan *Confusion Matrix* terhadap seluruh 378 data dan 10-Fold *Cross Validation* untuk menilai stabilitas model. Hasil disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Confusion matrix Naïve bayes

	Prediksi: Tidak Stunting	Prediksi: Stunting
Aktual: Tidak Stunting	TN= 254	FP= 64
Aktual: Stunting	FN= 24	TP= 36

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

Tabel 4. Ringkasan metrik evaluasi Naïve bayes

Metrik Evaluasi	Nilai (%)
Accuracy	76,72
Precision (Kelas Stunting)	36
Recall/ Sensitivity (Kelas Stunting)	60
F1-Score (Kelas Stunting)	45
Specificity (Kelas Tidak Stunting)	79,87
Rata-rata Akurasi 10-Fold Cross Validation	76,18

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

Sistem berhasil mengklasifikasikan dengan benar 254 dari 318 kasus Tidak *Stunting* (TN) dan 36 dari 60 kasus *Stunting* (TP), menghasilkan akurasi keseluruhan 76,72%. Nilai *recall* 60% menunjukkan sistem mendeteksi 36 dari 60 kasus *stunting* yang sebenarnya, sementara nilai precision 36% yang lebih rendah merupakan konsekuensi dari dataset yang tidak seimbang (kelas *Stunting* hanya 15,87%). Rata-rata akurasi 10-Fold CV sebesar 76,18% konsisten dengan hasil evaluasi keseluruhan, mengindikasikan model tidak mengalami overfitting dan memiliki kemampuan generalisasi yang stabil.

Konsekuensi klinis dari kesalahan klasifikasi *Naive Bayes* penting untuk dipahami dalam konteks skrining *stunting*. Dari 64 kasus false positive (FP) anak Tidak *Stunting* yang diklasifikasikan sebagai *Stunting*, dampak yang mungkin terjadi adalah rujukan pemeriksaan lanjutan yang tidak diperlukan, yang dapat menimbulkan kecemasan pada orang tua namun tidak menimbulkan bahaya medis langsung. Sebaliknya, 24 kasus false negative (FN) anak *Stunting* yang tidak terdeteksi berpotensi lebih berbahaya secara klinis karena anak yang benar-benar mengalami *stunting* tidak mendapatkan intervensi gizi yang dibutuhkan. Dalam skrining medis, nilai *recall* (sensitivitas) lebih diprioritaskan daripada precision untuk meminimalkan risiko FN. Nilai recall 60% dalam penelitian ini menunjukkan ruang perbaikan yang signifikan, khususnya melalui penanganan ketidakseimbangan kelas pada dataset (Bitew et al., 2022; Chilyabanyama et al., 2022).

3.3. Performa Rule Based System

Spot-check validation terhadap 30 sampel data menggunakan tabel referensi Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2020 sebagai acuan verifikasi menunjukkan seluruh hasil klasifikasi BB/U dan BB/PB-TB dari sistem sesuai dengan perhitungan manual. *Rule Based System* mencapai konsistensi 100% (30/30), membuktikan implementasi basis aturan melalui

tabel referensi PHP *associative array* telah dilakukan dengan benar sesuai standar Kementerian Kesehatan RI.

3.4. Pengujian Fungsional (*Black Box Testing*)

Black Box Testing mencakup 15 skenario yang meliputi input data, validasi, klasifikasi *Naive Bayes*, perhitungan *Rule Based System*, tampilan hasil, saran tindak lanjut, tombol konsultasi WhatsApp, akses tanpa login, privasi data, helper text adaptif, dan tombol reset. Seluruh 15 skenario menunjukkan hasil Sesuai. Tampilan antarmuka formulir input yang diuji dalam *Black Box Testing* disajikan pada Gambar 1.

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

Gambar 1. Tampilan formulir input data antropometri

3.5. Pengujian Penerimaan Pengguna (*User Acceptance Testing*)

UAT melibatkan 5 orang tua pasien balita di RS Assalam Cibinong. Kuesioner terdiri dari 10 pertanyaan berdasarkan Lima Aspek Usability Nielsen (*Learnability, Efficiency, Memorability, Errors, Satisfaction*) dengan skala Likert 4 poin. Rekapitulasi hasil per aspek disajikan pada Tabel 4. Rekapitulasi hasil per aspek disajikan pada Tabel 5. Pemilihan 5 responden didasarkan pada formula Nielsen-Landauer $L = 1 - (1 - p)^n$, dengan $p = 0,31$ (probabilitas rata-rata seorang pengguna menemukan suatu masalah usability), menghasilkan $L = 1 - (0,69)^5 = 84,36\%$. Artinya, 5 responden sudah memadai untuk mendeteksi 84,36% masalah usability potensial dari sistem (Putro et al., 2024).

Tabel 5. Rekapitulasi hasil UAT per-aspek Usability Nielsen

Aspek Usability	Pertanyaan	Skor	Skor Ideal	Persentase	Kriteria
Learnability	1,2	36	40	90	Sangat Baik
Efficiency	3,4	40	40	100	Sangat Baik
Memorability	5,6	37	40	92,5	Sangat Baik
Errors	7,8	40	40	100	Sangat Baik
Satisfaction	9,10	40	40	100	Sangat Baik
Rata-Rata		193	200	96,5	Sangat Baik

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

Rata-rata persentase kelayakan 96,5% masuk kategori Sangat Baik (81–100%). Aspek *Efficiency*, *Errors*, dan *Satisfaction* mencapai 100%, sedangkan *Learnability* (90,0%) dan *Memorability* (92,5%) mengindikasikan ruang perbaikan pada panduan penggunaan pertama kali. Tampilan halaman hasil deteksi yang dievaluasi oleh responden UAT disajikan pada Gambar 2.

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

Gambar 2. Tampilan Hasil Deteksi

3.6. Pembahasan Komparatif

Akurasi *Naive Bayes* 76,72% dalam penelitian ini lebih rendah dibandingkan Alamin & Aryani (2025) sebesar 99,65% dan Kusumawardhany & Abdullah (2025) sebesar 94,80%. Perbedaan ini disebabkan oleh beberapa faktor: dataset penelitian ini berukuran 378 sampel dengan distribusi tidak seimbang (*Stunting* 15,87%); variabilitas data rekam medis rumah sakit yang lebih tinggi; dan penggunaan tiga indeks antropometri sekaligus. Meskipun demikian, akurasi 76,72% tetap memadai untuk aplikasi skrining awal di mana sistem berperan sebagai alat bantu (*support tool*) dan bukan pengganti diagnosis medis profesional (Simatauw et al., 2025). Keunggulan penelitian ini terletak pada integrasi tiga indeks antropometri, basis aturan yang tervalidasi secara nasional, dan implementasi nyata di lingkungan rumah sakit. Studi-studi internasional terkini juga mengonfirmasi efektivitas machine learning dalam prediksi *stunting* pada berbagai konteks geografis (Shen et al., 2023; Hasdyna et al., 2024).

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pakar deteksi dini *stunting* berbasis web di RS Assalam Cibinong menggunakan pendekatan *hybrid Naive Bayes Classifier* dan *Rule Based System* berdasarkan standar Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2020. Sistem mencapai akurasi *Naive Bayes* 76,72% dengan rata-rata 76,18% pada 10-Fold Cross Validation, konsistensi *Rule Based System* 100% pada 30 sampel validasi, Cohen's Kappa 0,31, *Balanced Accuracy* 69,94%, dan AUC titik operasi 0,70. Seluruh 15 skenario *Black Box Testing* terpenuhi,

serta *User Acceptance Testing* memperoleh persentase kelayakan rata-rata 96,5% dengan kategori Sangat Baik. Sistem terbukti mempersingkat proses penilaian status gizi bagi tenaga kesehatan sekaligus memberikan akses skrining mandiri bagi orang tua pasien. Keterbatasan penelitian mencakup ukuran dataset yang terbatas dengan distribusi kelas tidak seimbang dan belum terintegrasinya sistem dengan SIMRS. Penelitian selanjutnya disarankan menerapkan teknik penyeimbangan kelas seperti SMOTE, mengintegrasikan sistem dengan SIMRS, serta memperluas validasi ke fasilitas kesehatan lain.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dr. Dwi Suryaning Ayu Aprilizia, Sp.A. selaku validator klinis dataset, Ratika, Amd.Gz. selaku Ahli Gizi, dan Iin Handayana, S.Keb. selaku Bidan Ruang Poli Anak RS Assalam Cibinong atas kontribusi validasi dan pengujian sistem. Penulis juga berterima kasih kepada pimpinan dan staf RS Assalam Cibinong yang telah memberikan izin riset dan dukungan pengumpulan data, serta Universitas Bina Insani atas dukungan akademis dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Alamin, P. B., & Aryani, D. (2025). Perbandingan Algoritma KNN, Naive Bayes dan SVM Untuk Klasifikasi Status Stunting Anak Balita Di Puskesmas Sepatan. *STORAGE - Jurnal Ilmiah Teknik Dan Ilmu Komputer*, 4(4), 360–369. <https://doi.org/10.55123/storage.v4i4.6591>
- Apriastini, N. K. T., Adnyani, N. P. T., Selvyani, P. O., & Setiawan, K. H. (2024). Stunting: Faktor Risiko, Diagnosis, Tatalaksana, Dan Prognosis. *Ganesha Medicina Journal*, 4(1), 17–23.
- Bitew, F. H., Sparks, C. S., & Nyarko, S. H. (2022). Machine learning algorithms for predicting undernutrition among under-five children in Ethiopia. *Public Health Nutrition*, 25(2), 269–280. <https://doi.org/10.1017/S1368980021004262>
- Chilyabanyama, O. N., Chilengi, R., Simuyandi, M., Chisenga, C. C., Chirwa, M., Hamusonde, K., Saroj, R. K., Iqbal, N. T., Ngaruye, I., & Bosomprah, S. (2022). Performance of Machine Learning Classifiers in Classifying Stunting among Under-Five Children in Zambia. *Children*, 9(7), 1082. <https://doi.org/10.3390/children9071082>
- Dianti, S. F., & Suendri, S. (2023). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Hipotermia Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Android. *Jurnal Sistem Cerdas*, 6(1), 54–64.
- Fadilah, A., & Putri, R. A. (2025). Application of Naive Bayes and Forward Chaining Methods in a Web-Based Expert System for Stunting Diagnosis in Toddlers. *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)*, 9(2), 349–355.
- Gurning, U. R., Octavia, S. F., Andriyani, D. R., Nurainun, & Permana, I. (2024). Prediction of Stunting Risk In Families Using Naïve Bayes Classifier and Chi-Square. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(1), 172–180. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i1.1074>
- Hasdyna, 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, 89. <https://doi.org/10.3390/informatics11040089>
- Kemenkes RI. (2020). *Permenkes No. 2 Tahun 2020 tentang Standar Antropometri Anak*.
- Kemenkes RI. (2023). *Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 Dalam Angka*.
- Kim, S. Y., Kim, D. H., Kim, M. J., Ko, H. J., & Jeong, O. R. (2024). XAI-Based Clinical Decision Support Systems: A Systematic Review. *Applied Sciences*, 14(15), 6638. <https://doi.org/10.3390/app14156638>
- Kusumawardhany, N., & Abdullah, I. N. (2025). Penerapan Metode Naïve Bayes Untuk Mendeteksi Secara Dini Stunting Pada Balita. *Infotek : Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 8(2), 378–390. <https://doi.org/10.29408/jit.v8i2.30385>
- Pinem, T. H., & Putra, Z. P. (2025). Evaluasi Kinerja Algoritma Klasifikasi Deep Learning dalam Prediksi Diabetes. *JURNAL ILMIAH FIFO*, 17(1), 17–28. <https://doi.org/10.22441/fifo.2025.v17i1.003>
- Putro, A. T. A., Wibowo, A., & Sutikno, S. (2024). Evaluasi Usability pada Aplikasi Sistem Pencatatan Pegawai Menggunakan Metode Usability Testing dan USE Questionnaire. *Jurnal Masyarakat Informatika*, 15(2), 125–148. <https://doi.org/10.14710/jmasif.15.2.67263>
- Sahamony, N. F., Terttiaavini, & Rianto, H. (2024). Analysis of Performance Comparison of Machine Learning Models for Predicting Stunting Risk in Children's Growth. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(2), 413–422. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i2.1210>
- Shen, H., Zhao, H., & Jiang, Y. (2023). Machine Learning Algorithms for Predicting Stunting among Under-Five Children in Papua New Guinea. *Children*, 10(10), 1638. <https://doi.org/10.3390/children10101638>
- Simatauw, J. D., Hasan, P., & Irijanto, N. S. (2025). Sistem Pakar Diagnosis Dini Penyakit Stunting pada Balita Menggunakan Metode Certainty Factor. *Jurnal TEKNO KOMPAK*, 20(1), 167–180. <https://doi.org/10.33365/jtk.v20i1.555>
- Situmorang, H., & Zul, M. I. (2024). Implementasi Metodologi Prototype dalam Pengembangan Sistem Manajemen Kehadiran Pegawai Perusahaan Berbasis Web. *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 6(3), 260–270. <https://doi.org/10.35746/jtim.v6i3.559>
- Subadi, A., & Kusrini. (2024). Diagnosa Stunting Berdasarkan Gejala Medis Menggunakan Algoritma Naive Bayes, SVM Dan K-NN. *JIP (Jurnal Informatika Polinema)*, 10(4), 501–510.
- Zemariam, A. B., Abate, B. B., Alamaw, A. W., Lake, E. shitie, Yilak, G., Ayele, M., Tilahun, B. D., & Ngusies, H. S. (2025). Prediction of stunting and its socioeconomic determinants among adolescent girls in Ethiopia using machine learning algorithms. *PLoS ONE*, 20(1), e0316452. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0316452>