

An Application For Predicting Children's Nutritional Status In The Free Nutritious Meals Programme Using Machine Learning

Muntahanah¹⁾; A.R.Walad Mahfuzi²⁾; Pahrizal³⁾; Sinta Yopita Utari⁴⁾

^{1,2,3,4)} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Bengkulu

Email: ¹⁾ muntahanah@umb.ac.id

How to Cite :

Muntahanah, Mahfuzi A,R,W. Pahrizal., Utari,S, Y. (2026). An Application For Predicting Children's Nutritional Status In The Free Nutritious Meals Programme Using Machine Learning. Jurnal Media Computer Science, 5(4)

ARTICLE HISTORY

Received [03 September 2026]

Revised [23 Oktober 2026]

Accepted [26 Oktober 2026]

KEYWORDS

K-Nearest Neighbor (KNN), BMI-for-Age Z-score, Min-Max Scaling, Euclidean Distance, Multi-class Confusion Matrix, Decision Support System.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



ABSTRAK

Program Makan Bergizi Gratis (MBG) merupakan langkah strategis dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia sejak dini melalui intervensi pemenuhan gizi anak sekolah. Namun, efektivitas pelaksanaannya di tingkat satuan pendidikan masih terkendala oleh mekanisme pemantauan status gizi siswa yang dilakukan secara konvensional dan manual. Kondisi tersebut berisiko menimbulkan kesalahan kalkulasi indeks antropometri serta memperlambat deteksi dini masalah gizi secara akurat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji keandalan sistem pendukung keputusan berbasis *web* yang mampu memprediksi status gizi siswa sekolah dasar secara otomatis guna mendukung ketepatan sasaran distribusi program MBG. Metode pemodelan yang diterapkan memanfaatkan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) dengan memproses empat variabel masukan utama, yaitu jenis kelamin, umur (bulan), berat badan (kg), dan tinggi badan (cm) berdasarkan standar antropometri Indeks Massa Tubuh menurut Umur (IMT/U) yang merujuk pada Permenkes RI No. 2 Tahun 2020. Tahapan pra-pemrosesan data mengintegrasikan konversi otomatis satuan tinggi badan dari sentimeter ke meter ($TB_{meter} = TB_{cm} / 100$), *Label Encoding*, serta *Min-Max Scaling* untuk menyetarakan rentang skala atribut guna mencegah dominasi variabel saat kalkulasi jarak *Euclidean Distance*. Pengujian performa komputasi dilakukan menggunakan *Multi-class Confusion Matrix* berukuran 4 x 4 dengan konfigurasi nilai K=5 pada sampel data uji siswa di SDN 27 Kota Bengkulu. Hasil evaluasi eksperimental menunjukkan bahwa sistem berhasil mencapai tingkat akurasi global (*Overall Accuracy*) sebesar 90.91%, dengan rata-rata presisi (*Macro Avg Precision*) sebesar 96.88%, dan rata-rata *recall* (*Macro Avg Recall*) sebesar 87.50%. Capaian ini membuktikan bahwa pendekatan pemodelan berbasis KNN yang dirancang memiliki tingkat presisi dan keandalan yang tinggi dalam memprediksi empat kelas status gizi, yaitu gizi kurang (*thinness*), gizi baik (*normal*), gizi lebih (*overweight*), dan obesitas (*obese*). Kesimpulannya, aplikasi pendukung keputusan yang dibangun teruji secara ilmiah layak difungsikan sebagai ekosistem digital bagi pihak sekolah dan pengelola program dalam memantau dinamika kesehatan fisik siswa secara akurat, konsisten, dan *real-time*.

ABSTRACT

The Free Nutritious Meal Program (Program Makan Bergizi Gratis - MBG) serves as a strategic initiative to enhance human resource quality from an early age through targeted nutritional intervention for school children. However, implementation efficiency at the school level remains hindered by

conventional and manual monitoring of student nutritional status. This manual approach risks calculation errors in anthropometric indices and delays the early detection of nutritional issues. This study aims to design, develop, and evaluate the reliability of a web-based decision support system capable of automatically predicting elementary school students' nutritional status to support targeted distribution within the MBG program. The modeling technique utilizes the K-Nearest Neighbor (KNN) algorithm, processing four primary input variables: gender, age (months), weight (kg), and height (cm), in accordance with the Body Mass Index-for-Age (BMI-for-Age) anthropometric standards established by Permenkes RI No. 2 of 2020. The data preprocessing stage incorporates automatic unit conversion of height from centimeters to meters ($\text{Height}_{\text{meters}} = \text{Height}_{\text{cm}} / 100$), Label Encoding, and Min-Max Scaling to normalize attribute scales and prevent variable dominance during Euclidean Distance calculation. Computational performance testing was conducted using a 4 x 4 Multi-class Confusion Matrix with a K=5 configuration on test samples from SDN 27 Bengkulu City. Experimental evaluation results demonstrate that the system achieved an Overall Accuracy of 90.91%, a Macro Average Precision of 96.88%, and a Macro Average Recall of 87.50%. These metrics prove that the KNN modeling approach possesses high precision and reliability in predicting four nutritional categories: thinness, normal, overweight, and obesity. In conclusion, the developed decision support application is scientifically validated and suitable for deployment as a digital ecosystem for schools and program managers to monitor students' physical health dynamics accurately, consistently, and in real time.

PENDAHULUAN

Status gizi anak merupakan salah satu faktor utama dalam menilai kondisi kesehatan serta proses pertumbuhan, khususnya pada usia siswa sekolah dasar kelas 1 hingga 6 yang menggambarkan tingkat pemenuhan nutrisi harian. Dalam ilmu gizi masyarakat (*Public Health Nutrition*), kecukupan asupan nutrisi dari makanan yang dikonsumsi anak secara klinis diukur melalui luaran (*outcome*) tumbuh kembang tubuh berbasis indikator antropometri, Pertumbuhan dan perkembangan anak usia sekolah menjadi sangat penting untuk diperhatikan karena akan mempengaruhi kualitas sumber daya manusia (Muchtar et al., 2023). Indeks ini merupakan nilai standar deviasi yang menunjukkan posisi pertumbuhan anak usia sekolah dibandingkan dengan rata-rata populasi normal seusianya. Perhitungan tersebut dilakukan melalui pengolahan data berat badan, tinggi badan, jenis kelamin, dan usia (dalam bulan). Melalui permodelan Machine Learning dengan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN), sistem melakukan perhitungan prediksi untuk menentukan kategori gizi, sesuai standar anak usia 5-18 tahun: gizi kurang (- 3 SD sd <- 2 SD), gizi baik (-2 SD sampai dengan +1 SD), gizi lebih (+ 1 SD sd +2 SD), atau obesitas (>+2 SD) (Permenkes, 2020). Kemampuan prediksi yang presisi ini menjadi instrumen evaluasi krusial dalam Program Makan Bergizi Gratis (MBG) untuk memantau perkembangan siswa secara otomatis serta memastikan intervensi nutrisi tepat sasaran.

Pada kenyataannya, pelaksanaan Program MBG di lapangan saat ini menghadapi permasalahan teknis dan komputasi yang spesifik dalam proses pemantauan tumbuh kembang anak. Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara studi pendahuluan yang telah dilakukan peneliti bersama pihak pengelola data di SDN 27 Kota Bengkulu serta tim ahli gizi supervisor pelayanan MBG, masalah utama terletak pada metode penilaian gizi konvensional yang bersifat manual dan reaktif. Data penelitian berupa variabel identitas seperti Nama Siswa, Jenis Kelamin (JK), dan Usia/Umur (dalam satuan bulan) didapatkan dari hasil pengumpulan data primer menggunakan instrumen kuesioner yang disebarkan kepada siswa/orang tua siswa di SDN 27 Kota Bengkulu, sedangkan data Berat Badan (BB) dan Tinggi Badan (TB) diperoleh melalui proses penimbangan dan pengukuran fisik secara langsung terhadap siswa aktif kelas 1 hingga 6. Pencatatan data fisik siswa

selama ini hanya didokumentasikan dalam format lembaran rekapitulasi fisik tanpa dilanjutkan dengan kalkulasi *Z-score* secara otomatis. Di sisi lain, hasil konfirmasi awal menunjukkan adanya variasi kebiasaan harian siswa terkait frekuensi sarapan pagi serta rutinitas aktivitas fisik atau olahraga yang memengaruhi kondisi fisik mereka, namun data perkembangan tersebut belum pernah dipetakan secara terintegrasi. Petugas sekolah mengalami kesulitan dan membutuhkan waktu yang lama jika harus menghitung kalkulasi *Z-score* Permenkes No. 2 Tahun 2020 secara manual satu per satu untuk ratusan siswa. Ketiadaan sistem pengolah data otomatis ini membuat pihak sekolah maupun pengelola Program MBG tidak memiliki profil data pemetaan gizi siswa yang presisi sebagai bahan evaluasi berkala (Ritonga & Muhandhis, 2024).

Sebagai solusi atas ketiadaan fungsi kontrol gizi dan proses evaluasi yang masih belum terukur, penelitian ini mengajukan penerapan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) sebagai mesin pengolah data otomatis. Penggunaan KNN dipilih karena efektivitasnya dalam memetakan kondisi kesehatan anak melalui perbandingan kemiripan data antropometri terhadap pola riwayat gizi yang telah terverifikasi oleh standar gizi. Melalui logika sistem ini, aplikasi diharapkan mampu menyajikan prediksi status gizi yang jauh lebih objektif dibandingkan perkiraan manual, sehingga standar penilaian kesehatan tetap dapat terjaga dengan akurasi komputasi yang presisi (Ferliandini & Risnanto, 2023). Penelitian ini dibatasi khusus pada populasi siswa aktif Sekolah Dasar (SDN 27 Kota Bengkulu) kelas 1 sampai kelas 6 (rentang usia 6–12 tahun). Sistem dirancang murni untuk menjalankan fungsi prediksi status gizi berbasis parameter masukan berat badan, tinggi badan, jenis kelamin, dan umur (dalam bulan) menggunakan algoritma KNN dengan konfigurasi $K=5$, tanpa melakukan analisis komposisi nutrisi bahan makanan, perhitungan kalori harian, penyusunan resep atau menu makanan, maupun pemeriksaan laboratorium (Shafira & Pambudi, 2023).

Oleh karena itu, penelitian ini secara spesifik bertujuan untuk menerapkan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) dalam memproses data antropometri dasar guna memprediksi kategori status gizi anak secara otomatis, cepat, dan akurat dengan mengambil studi kasus pada SDN 27 Kota Bengkulu. Selain itu, penelitian ini bertujuan membangun aplikasi digital berbasis sistem pendukung keputusan yang mengintegrasikan kalkulasi otomatis standar *Z-score* IMT/U. Melalui sistem ini, proses monitoring tumbuh kembang siswa Sekolah Dasar kelas 1 hingga 6 di SDN 27 Kota Bengkulu dalam ekosistem Program Makan Bergizi Gratis (MBG) dapat berjalan secara berkala, otomatis, dan terpusat, sehingga sebagai bahan acuan evaluasi pemetaan status gizi bagi pihak sekolah atau pengelola MBG.

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah tersedianya alat ukur digital yang objektif bagi pengelola Program MBG untuk mengevaluasi efektivitas intervensi nutrisi di lapangan secara otomatis. Bagi pihak SDN 27 Kota Bengkulu, aplikasi ini bermanfaat sebagai sistem deteksi dini penentuan kategori gizi, sehingga tindakan pencegahan atau penyesuaian menu dapat dilakukan dengan cepat sebelum anak mengalami masalah gizi kurang ataupun obesitas. Sedangkan bagi bidang ilmu Informatika, penelitian ini memberikan kontribusi praktis dalam penerapan teknik data komputasi Machine Learning untuk menyelesaikan permasalahan nyata di sektor kesehatan masyarakat (Yunus & Ni Kadek Ari Pratiwi, 2023).

LANDASAN TEORI

Program Makan Bergizi Gratis (MBG)

Program Makan Bergizi Gratis (MBG) merupakan kebijakan strategis nasional yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia melalui pemenuhan nutrisi harian anak sekolah. Fokus utama dari program ini adalah memberikan intervensi pangan yang memenuhi standar kecukupan energi dan zat gizi makro maupun mikro secara berkelanjutan. Di tingkat implementasi sekolah dasar, keberhasilan program ini sangat bergantung pada jaminan mutu (quality assurance) pendistribusian makanan yang tepat sasaran.

Angka Kecukupan Gizi (AKG)

Berdasarkan Permenkes No. 28 Tahun 2019, Angka Kecukupan Gizi (AKG) merupakan nilai rujukan rata-rata nutrisi harian yang diperlukan oleh individu sehat sesuai dengan kelompok umur, jenis kelamin, serta aktivitas fisiknya (Kemenkes, 2019). Pada tingkatan sekolah dasar, kecukupan gizi ini dibagi ke dalam dua kelompok usia utama, yaitu 6–9 tahun dan 10–12 tahun. Penerapan standar AKG ini berperan sebagai pijakan ilmiah dalam penyusunan acuan kebutuhan gizi anak pada Program Makan Bergizi Gratis (MBG).

Antropometri dan Status Gizi Anak

Antropometri merupakan metode pengukuran dimensi fisik dan komposisi tubuh manusia pada berbagai tingkat umur dan tingkat gizi. Dalam ranah kesehatan masyarakat, antropometri penilaian status gizi merupakan indikator penentu yang paling praktis, non-invasif, dan memiliki tingkat akurasi tinggi untuk penyaringan (screening) massal di lingkungan sekolah. Status gizi anak sekolah dasar (usia 6 hingga 12 tahun) menggambarkan tingkat keselarasan antara asupan nutrisi dengan kebutuhan biologis tubuh untuk aktivitas fisik dan pertumbuhan.

Perhitungan Standar Z-Score (IMT/U) Berdasarkan Permenkes

Penilaian status gizi pada anak usia sekolah dasar (5–18 tahun) di Indonesia secara hukum mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) RI Nomor 2 Tahun 2020. Indeks yang ditetapkan untuk menggambarkan tingkat keselarasan massa tubuh terhadap pertumbuhan rangka dan usia anak adalah Indeks Massa Tubuh menurut Umur (IMT/U). Sebelum menentukan nilai simpangan baku (Z-score), sistem melakukan kalkulasi nilai IMT riil dari data antropometri anak (Mutiara et al., 2022) menggunakan rumus dasar sebagai berikut:

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{(\text{Tinggi Badan (m)})^2}$$

Keterangan:

- IMT = Indeks Massa Tubuh (kg/m²)
- BB = Berat Badan (kg)
- TB = Tinggi Badan (m)

Catatan Konversi:

Karena data input tinggi badan siswa dihimpun dalam satuan sentimeter (cm), maka dilakukan konversi ke satuan meter (m) terlebih dahulu dengan formula:

$$\text{Tinggi Badan (m)} = \frac{\text{Tinggi Badan (cm)}}{100}$$

Setelah nilai IMT diperoleh, langkah selanjutnya adalah mentransformasikan nilai tersebut ke dalam standar deviasi (Z-score). Kalkulasi Z-score ini bersifat dinamis karena nilai median dan nilai standar deviasi acuan berubah setiap bulan mengikuti pertambahan usia dan jenis kelamin anak. Rumus perhitungan Z-score dibagi menjadi dua kondisi matematis:

1. Jika nilai IMT Riil anak lebih kecil daripada Nilai Median Acuan (< Median):

$$Z - \text{score} = \frac{\text{IMT Riil} - \text{Nilai Median}}{\text{Nilai Median} - \text{Nilai } (-1SD)}$$

2. Jika nilai IMT Riil anak lebih besar atau sama dengan Nilai Median Acuan (≥ Median):

$$Z - \text{score} = \frac{\text{IMT Riil} - \text{Nilai Median}}{\text{Nilai } (+1 SD) - \text{Nilai Median}}$$

Nilai output desimal yang dihasilkan kemudian dicocokkan dengan ambang batas (cut-off) klasifikasi Kemenkes untuk menentukan kategori status gizi anak.

Machine Learning dan Pengolahan Data

Machine Learning merupakan cabang dari kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) yang berfokus pada pengembangan algoritma komputasi agar sistem mampu mengekstraksi pengetahuan dari data masa lalu (training data) tanpa perlu diprogram secara eksplisit. Berdasarkan karakteristik datanya, penelitian ini menerapkan pendekatan Supervised Learning (pembelajaran terawasi), karena setiap sampel data antropometri yang digunakan sebagai basis pengetahuan telah memiliki label kelas yang pasti berupa kategori status gizi berdasarkan standar Kementerian Kesehatan.

Dalam sistem pendukung keputusan (Decision Support System), Machine Learning bertindak sebagai mesin inferensi otomatis. Data antropometri mentah dari siswa SDN 27 Kota Bengkulu diolah melalui tahapan komputasi untuk menghasilkan keputusan yang objektif. Penggunaan metode ini mengeliminasi ketergantungan terhadap evaluasi manual yang lambat dan subjektif, sehingga meminimalkan risiko kesalahan penilaian (human error) di lapangan dan mempercepat proses penyaringan (screening) data kesehatan dalam skala besar (Fauzia et al., 2024).

Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN)

Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) adalah metode supervised learning yang bekerja berdasarkan prinsip kedekatan jarak geometris (neighborhood). KNN mengasumsikan bahwa objek data baru yang memiliki karakteristik fitur serupa akan cenderung berada dalam ruang dimensi yang berdekatan dengan data latih yang sudah ada. Dalam penelitian ini, KNN digunakan untuk memprediksi kategori gizi seorang siswa berdasarkan kedekatan data antropometrinya terhadap dataset acuan (Permenkes 2020) yang disimpan dalam basis data.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Penelitian skripsi ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan fokus utama pada rancang bangun sistem pendukung keputusan (SPK) untuk otomatisasi klasifikasi status gizi anak. Metode pemodelan yang diterapkan memanfaatkan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) dengan memproses empat variabel masukan utama, yaitu jenis kelamin, umur (bulan), berat badan (kg), dan tinggi badan (cm) berdasarkan standar antropometri Indeks Massa Tubuh menurut Umur (IMT/U) yang merujuk pada Permenkes RI No. 2 Tahun 2020. Tahapan pra-pemrosesan data mengintegrasikan konversi otomatis satuan tinggi badan dari sentimeter ke meter ($TB_{meter} = TB_{cm} / 100$), *Label Encoding*, serta *Min-Max Scaling* untuk menyetarakan rentang skala atribut guna mencegah dominasi variabel saat kalkulasi jarak *Euclidean Distance*. Pengujian performa komputasi dilakukan menggunakan *Multi-class Confusion Matrix* berukuran 4 x 4 dengan konfigurasi nilai K=5 pada sampel data uji siswa di SDN 27 Kota Bengkulu.

Teknik Pengumpulan Data

Metodologi pengumpulan data dalam penelitian ini dirancang untuk menghimpun seluruh komponen variabel antropometri anak yang valid pada objek SDN 27 Kota Bengkulu. Proses pencarian dan penyeleksian data dilakukan secara terarah agar menghasilkan *dataset* acuan yang objektif melalui tiga teknik pengumpulan data berikut:

Studi Lapangan (Observasi Terarah dan Pengukuran Langsung)

Peneliti melakukan pengamatan empiris secara langsung terhadap alur operasional tata laksana pemantauan gizi dan kesehatan berkala di SDN 27 Kota Bengkulu. Peneliti juga melakukan pengukuran fisik secara langsung pada siswa kelas 1 sampai kelas 6 untuk mendapatkan variabel berat badan (kg) dan tinggi badan (cm). Berdasarkan observasi, ditemukan kendala berupa pencatatan fisik yang masih bersifat manual tanpa disertai kalkulasi otomatis klasifikasi status gizi berstandar antropometri. Kondisi konvensional ini berimplikasi pada keterlambatan deteksi dini terhadap siswa yang mengalami penurunan status nutrisi, sehingga implementasi distribusi menu

harian pada Program Makan Bergizi Gratis (MBG) terpaksa direalisasikan secara seragam tanpa mempertimbangkan kebutuhan nutrisi spesifik dari masing-masing siswa.

Wawancara Singkat dan Diskusi Kebutuhan

Peneliti melakukan wawancara dan diskusi terstruktur kepada dua pihak utama, yaitu:

- Pihak Sekolah: Dilakukan bersama Kepala Sekolah serta Staf Guru/TU di SDN 27 Kota Bengkulu saat proses permohonan izin penelitian. Wawancara ini bertujuan untuk mengidentifikasi alur pencatatan data kesehatan siswa yang berjalan selama ini, serta mengonfirmasi kebutuhan pihak sekolah terhadap hadirnya sistem pendukung keputusan prediksi status gizi berbasis algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN).
- Pakar Ahli Gizi (*Expert Judgment*): Dilakukan bersama tim ahli gizi (*nutrisionis*) berinisial Ibu A.R., S.Gz. yang bertugas di Satuan Pelayanan MBG Wilayah X Kota Bengkulu (A.R., S.Gz., komunikasi pribadi, 2026). Wawancara ini bertujuan untuk memvalidasi empat variabel masukan antropometri (JK, Umur, BB, TB) serta konfirmasi kriteria penentuan batas status gizi anak berbasis standar antropometri.

Penyebaran Kuesioner (Data Primer Integratif)

Untuk mendapatkan data identitas siswa yang lengkap dan akurat, peneliti menyebarkan kuesioner melalui dua jalur:

- Kuesioner Cetak (Fisik): Dibagikan langsung dalam bentuk lembaran formulir kepada siswa di kelas saat proses pengukuran fisik di sekolah.
- Kuesioner Digital: Disebarkan melalui grup WhatsApp guru dan dibantu oleh wali kelas untuk diteruskan kepada orang tua/wali murid.

Parameter data yang dihimpun melalui kuesioner ini mencakup Jenis Kelamin (JK), Usia (dalam hitungan bulan), Berat Badan (BB dalam kg), dan Tinggi Badan (TB dalam cm). Data primer hasil pengukuran langsung dan kuesioner inilah yang diformalisasikan secara sistematis sebagai dataset acuan (*ground truth data*) untuk melatih serta menguji algoritma KNN dalam memprediksi 4 kategori status gizi (Gizi Kurang, Gizi Baik, Gizi Lebih, dan Obesitas).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil evaluasi eksperimental menunjukkan bahwa sistem berhasil mencapai tingkat akurasi global (*Overall Accuracy*) sebesar 90.91%, dengan rata-rata presisi (*Macro Avg Precision*) sebesar 96.88%, dan rata-rata *recall* (*Macro Avg Recall*) sebesar 87.50%. Capaian ini membuktikan bahwa pendekatan pemodelan berbasis KNN yang dirancang memiliki tingkat presisi dan keandalan yang tinggi dalam memprediksi empat kelas status gizi, yaitu gizi kurang (*thinness*), gizi baik (*normal*), gizi lebih (*overweight*), dan obesitas (*obese*). Kesimpulannya, aplikasi pendukung keputusan yang dibangun teruji secara ilmiah layak difungsikan sebagai ekosistem digital bagi pihak sekolah dan pengelola program dalam memantau dinamika kesehatan fisik siswa secara akurat, konsisten, dan *real-time*.

Uji Coba dan Pembahasan

Uji coba difokuskan secara ketat untuk mengevaluasi efektivitas dan tingkat keakuratan algoritma KNN dalam memprediksi status gizi anak. Proses evaluasi ini dibatasi hanya pada pengujian performa rumus kedekatan jarak terhadap variabel antropometri dengan mengunci konstanta jumlah tetangga terdekat pada nilai $K=5$ (Fauzia Dkk 2024).

Mekanisme Perhitungan KNN pada Sistem

Ketika data antropometri baru diproses oleh modul *backend* (*knn_proses.php*), sistem menjalankan tahapan komputasi sebagai berikut:

1. Penyelesaian Nilai (Transformasi & Normalisasi):
Atribut Jenis Kelamin dikonversi menjadi representasi numerik menggunakan *Label Encoding* (Laki-laki = 1, Perempuan = 2). Selanjutnya, variabel kuantitatif seperti Berat Badan dan Tinggi Badan ditransformasikan menggunakan metode *Min-Max Scaling* ke dalam skala 0 hingga 1 untuk mencegah dominasi rentang nilai antar variabel.
2. Kalkulasi Jarak Geometris (*Euclidean Distance*):
Sistem menghitung tingkat kemiripan atau kedekatan antara data uji (siswa baru) dengan seluruh data latih yang tersimpan di dalam *database* menggunakan persamaan *Euclidean Distance*. Perhitungan ini menghasilkan nilai jarak geometris untuk setiap pasangan data.
3. Penentuan Tetangga Terdekat (K=5) dan Majority Voting:
Seluruh nilai jarak yang diperoleh diurutkan secara menaik (ascending). Sistem kemudian mengambil 5 data latih teratas yang memiliki nilai jarak terkecil (K=5). Selanjutnya, dilakukan rekapitulasi *voting* mayoritas terhadap kategori status gizi dari kelima tetangga tersebut, di mana kategori dengan frekuensi kemunculan terbanyak ditetapkan sebagai hasil prediksi akhir. Hasil ini kemudian disimpan secara otomatis ke dalam *database*.

Analisis Performa Sistem Prediksi KNN

Evaluasi terhadap keandalan sistem dalam memprediksi status gizi anak pada program Makan Bergizi Gratis (MBG) ini dilakukan melalui dua tahapan utama, yaitu proses penyetaraan (normalisasi) data uji dan pengujian akurasi total menggunakan metode Confusion Matrix (Khomarudin et al., 2025).

Proses Normalisasi dan Perhitungan Jarak Data Uji pada Sistem

Tahapan implementasi diawali saat pengguna memasukkan data pemeriksaan baru melalui antarmuka sistem. Sebelum modul *backend* mengkalkulasikan jarak kedekatan terhadap *dataset training*, variabel input kuantitatif (Umur, Berat Badan, dan Tinggi Badan) ditransformasikan terlebih dahulu menggunakan metode *Min-Max Scaling* ke dalam rentang skala 0 hingga 1. Proses ini bertujuan menyelaraskan skala data agar tidak terjadi dominasi variabel akibat perbedaan satuan pengukuran (Yunus Dkk 2023).

Persamaan *Min-Max Scaling* yang dieksekusi oleh sistem didefinisikan sebagai berikut:

Berdasarkan basis data yang tersimpan di dalam sistem, nilai ambang batas tertinggi dan terendah ditentukan sebagai berikut:

- Umur (Bulan): Nilai Min = 69, Max = 144

$$x' = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

- Berat Badan (BB): Nilai Min = 15, Max = 55
- Tinggi Badan (TB): Nilai Min = 101, Max = 160

Sebagai simulasi pengujian sistem, digunakan sampel data masukan atas nama Aulia Azzahra Mansyah dengan parameter awal: Jenis Kelamin = Perempuan (Nilai *Label Encoding* = 2), Umur = 108 bulan, BB = 27.0 kg, dan TB = 130.0 cm. Hasil tahapan normalisasi oleh sistem adalah:

1. Normalisasi Umur:

$$\text{Norm}_{\text{Umur}} = \frac{108 - 69}{144 - 69} = \frac{39}{75} = 0.5200$$

2. Normalisasi BB:

$$\text{Norm}_{\text{BB}} = \frac{27.0 - 15.0}{55.0 - 15.0} = \frac{12.0}{40.0} = 0.3000$$

3. Normalisasi TB:

$$\text{Norm}_{TB} = \frac{130.0 - 101.0}{160.0 - 101.0} \cdot \frac{29.0}{59.0} = 0.4915$$

Setelah seluruh nilai atribut ter-normalisasi, sistem mengukur jarak geometris antara vektor data uji Aulia Azzahra Mansyah terhadap seluruh data latih di *database* menggunakan persamaan *Euclidean Distance* spesifik variabel berikut:

$$d = \sqrt{(JK_{uji} - JK_{latih})^2 + (Usia_{uji} - Usia_{latih})^2 + (BB_{uji} - BB_{latih})^2 + (TB_{uji} - TB_{latih})^2}$$

Seluruh hasil pengukuran jarak kemudian diurutkan secara menaik (*ascending*) dari nilai jarak terkecil ke terbesar. Melalui penerapan parameter $K=5$, sistem menyaring 5 data latih dengan nilai jarak terkecil sebagai tetangga terdekat, lalu melakukan rekapitulasi *voting* mayoritas untuk menetapkan output keputusan prediksi status gizi final.

Evaluasi Keandalan Sistem Menggunakan Confusion Matrix

Guna mengukur tingkat akurasi dan validitas aplikasi dalam mendukung pemantauan berkala Program Makan Bergizi Gratis (MBG), pengujian performa sistem dilakukan menggunakan metode *Confusion Matrix*. Metode evaluasi ini bekerja dengan cara membandingkan tingkat kecocokan antara Hasil Prediksi algoritma K-NN ($K=5$) terhadap Status Gizi Aktual siswa yang dihitung berdasarkan standar antropometri baku *Z-score* IMT/U (Indeks Massa Tubuh menurut Umur) merujuk pada Permenkes RI No. 2 Tahun 2020.

Penentuan status gizi aktual diawali dengan menghitung Indeks Massa Tubuh (IMT) siswa melalui rumus.

$$\text{IMT} = \frac{BB \text{ (kg)}}{(TB \text{ (m)})^2}$$

Catatan Konversi Satuan:

Karena data masukan tinggi badan siswa dari hasil pengukuran diinput dalam satuan sentimeter (cm), sistem secara otomatis melakukan konversi ke satuan meter (m) terlebih dahulu dengan formula:

$$\text{Tinggi Badan (m)} = \frac{\text{Tinggi Badan (cm)}}{100}$$

Selanjutnya, nilai IMT anak dibandingkan dengan Nilai Median pada tabel standar Permenkes No. 2 Tahun 2020 untuk menghitung nilai *Z-Score* dengan ketentuan kondisi sebagai berikut:

1. Jika $\text{IMT} \geq \text{Median}$:

$$\text{Z-Score} = \frac{\text{IMT} - \text{Median}}{\text{Upper SD} - \text{Median}}$$

2. Jika $\text{IMT} < \text{Median}$:

$$\text{Z-Score} = \frac{\text{IMT} - \text{Median}}{\text{Median} - \text{Lower SD}}$$

Berdasarkan nilai *Z-Score* yang diperoleh, keputusan status gizi aktual siswa dikelompokkan ke dalam 4 kategori utama sesuai acuan Permenkes No. 2 Tahun 2020:

- Gizi kurang (thinness) - 3 SD sd < - 2 SD
- Gizi baik (normal) - 2 SD sd + 1 SD
- Gizi lebih (overweight) + 1 SD sd + 2 SD
- Obesitas (obese) > + 2 SD

Contoh kalkulasi penentuan data aktual

- A. Sampel 1 sebagai simulasi pengujian, dilakukan kalkulasi data aktual pada sampel siswa atas nama Muhammad Dapit Ramadan (Laki-laki, 132 bulan, BB = 34.0 kg, TB = 138.0 cm (1.38 m)):

1. Kalkulasi Nilai IMT:

$$\text{IMT} = \frac{34.0}{(1.38)^2} = \frac{34.0}{(1.9044)} = 17.85$$

2. Kalkulasi Nilai Z-Score IMT/U:

Merujuk pada tabel standar Permenkes untuk anak laki-laki usia 132 bulan (Nilai Median = 17.2 dan Upper SD/ +1 SD = 19.7). Karena nilai IMT (17.85) $\geq$ Median (17.2), maka digunakan rumus kondisi pertama:

$$\text{Z-Score} = \frac{17.85 - 17.2}{19.7 - 17.2} = \frac{0.65}{2.5} = +0.26 \text{ SD}$$

Kesimpulan Status Gizi Aktual: Nilai Z-Score +0.26 SD berada pada rentang -2 SD hingga +1 SD, sehingga status gizi aktual siswa ditetapkan secara resmi sebagai Gizi Baik

B. Sampel 2 sebagai simulasi pegujian, dilakukan kalkulasi data aktual pada sampel siswa atas nama Aulia Azzahra Mansyah (Perempuan, 108 bulan, BB = 27.0, TB = 130.0 cm (1.30 m)):

1. Kalkulasi Nilai IMT:

$$\text{IMT} = \frac{27.0}{(1.30)^2} = \frac{27.0}{(1.6900)} = 15.98$$

2. Kalkulasi Nilai Z-Score IMT/U:

Merujuk pada tabel standar Permenkes untuk anak perempuan usia 108 bulan (Nilai Median = 16.1 dan Lower SD/ - 1 SD = 14.1). Karena nilai IMT (15.98) $<$ Median (16.1), maka digunakan rumus kondisi kedua:

$$\text{Z-Score} = \frac{15.98 - 16.1}{16.1 - 14.1} = \frac{-0.12}{2.0} = -0.06 \text{ SD}$$

Kesimpulan Status Gizi Aktual: Nilai Z-Score -0.06 SD berada pada rentang -2 SD hingga +1 SD, sehingga status gizi aktual siswa ditetapkan secara resmi sebagai Gizi Baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Sistem prediksi status gizi siswa berbasis web berhasil dikembangkan dengan mengimplementasikan algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN) berdasar parameter jenis kelamin, umur, berat badan, dan tinggi badan (*Z-score* IMT/U). Penerapan teknik *Min-Max Scaling* terbukti efektif dalam menyeragamkan skala atribut, sehingga mampu mengoptimalkan kalkulasi *Euclidean Distance*. Melalui pengujian *Multi-class Confusion Matrix* berukuran 4 x 4 dengan konfigurasi K=5 pada data uji di SDN 27 Kota Bengkulu, sistem menunjukkan performa komputasi yang unggul dengan capaian akurasi global sebesar 90.91%, rata-rata presisi 96.88%, dan rata-rata *recall* 87.50% dalam memprediksi empat kategori gizi (gizi kurang, gizi baik, gizi lebih, dan obesitas). Capaian tersebut mengonfirmasi bahwa aplikasi ini teruji secara ilmiah layak difungsikan sebagai sistem pendukung keputusan digital guna mengoptimalkan pelaksanaan Program Makan Bergizi Gratis (MBG).

Saran

Meskipun sistem telah menunjukkan performa yang baik, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan sampel data uji serta mengintegrasikan variabel pendukung tambahan, seperti pola konsumsi harian siswa, demi meningkatkan ketepatan prediksi pada data di area perbatasan (*borderline*). Di samping itu, perlu dilakukan pengujian komparatif terhadap variasi nilai K (K=3, 7, 9) maupun eksplorasi algoritma *Machine Learning* lainnya untuk menemukan model komputasi yang paling optimal. Pengembangan fitur aplikasi juga dapat diarahkan pada integrasi modul rekomendasi menu makanan sehat secara otomatis serta sistem manajemen logistik untuk meningkatkan efisiensi operasional distribusi Program Makan Bergizi Gratis (MBG) di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Allorerung, P. P., Erna, A., & Bagussahrir, M. (2024). Analisis Performa Normalisasi Data Untuk Klasifikasi K-Nearest Neighbor Pada Dataset Penyakit. 9(3), 178–191. <https://ejournal.uin-suka.ac.id/saintek/jiska/article/view/4435>
- Aminah, S. T., Ghani, D., Salman, N., Liklikwatil, R. D., & Hajratul, S. (2024). Aplikasi Prediksi Status Pertumbuhan Balita Menggunakan Algoritma. 2(1), 31–42. <https://ejurnal.undipa.ac.id/index.php/jed/article/view/1701/1257>
- Arjuwanda, N. D., Pahlevi, R. F., & Jamil, A. (2022). Rancang Bangun Sistem Informasi Posyandu Berbasis Web Di Desa Kaligiri Design And Build A Web Based Posyandu Information System In Kaligiri Village. 01(01), 27–34. <https://random.polindra.ac.id/index.php/random/article/view/11>
- Asriani Nurfadillah, Muhammad Fadlan, A. (2025). Penerapan K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Status Application Of K-Nearest Neighbor To Classify Toddler Nutritional Status At Karang Rejo Community Health Center. 8(2), 62–68. <https://journal.ppkia.ac.id/index.php/jbidai/article/view/71/70>
- Domingos, L. C. F., Santos, P. E., Skelton, P. S. M., Brinkworth, R. S. A., & Sammut, K. (2022). A Survey Of Underwater Acoustic Data Classification Methods Using Deep Learning For Shoreline Surveillance. 1–30. <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/6/2181>
- Fauzia, A., Sindar, A., & Maryana, R. (2024). Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbors Pada Klasifikasi Status Gizi Balita (Studi Kasus Posyandu Desa Aras Kabu). 1, 17–22. <https://journal.lintasgenerasi.com/index.php/katera/article/view/30>
- Ferliandini, D. A., & Risnanto, S. (2023). Aplikasi Prediksi Status Gizi Balita Berbasis Web Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor. 622–631. <https://jurnal.usbykp.ac.id/index.php/prosidingsobat/article/view/3136>
- Hidayah, N. (2024). Implementasi Algoritma Multinomial Naïve Bayes , Tf-Idf Dan Confusion Matrix Dalam Pengklasifikasian Saran Monitoring Dan Evaluasi Mahasiswa Terhadap Dosen Teknik Informatika Universitas Dayanu Ikhsanuddin. 10, 8–15. <https://ejournal.lppmunidayan.ac.id/index.php/matematika/article/view/1491>
- Hidayat, T., Ridwan, M., Iqbal, M. F., Rizky, R., & Manongga, W. E. (2025). Determining Toddler ' S Nutritional Status With Machine Learning Classification Analysis Approach. 24(2), 235–246. <https://doi.org/10.30812/matrik.v24i2.4092>
- Hs, H., Fauziah, A. B., Akmal, R., Qadry, D., & Putra, P. (2025). Prediksi Status Gizi Balita Di Kabupaten Bantaeng Menggunakan K-Nearest. 16(2), 113–122. <https://jurnal.lppm-stmikhandayani.ac.id/index.php/jti/article/view/425/198>

- Insany, G. P., Yustiana, I., Rahmawati, S., Informatika, T., & Putra, U. N. (2023). Jurnal Computer Science And Information Technology (Coscitech). 4(2), 385–393.
<https://ejurnal.umri.ac.id/index.php/coscitech/article/view/5079/2440>
- Kemenkes. (2019). Berita Negara. 956. <https://jdih.kemkes.go.id/Documents/Peraturan-Menteri-Kesehatan-Nomor-28-Tahun-2019>
- Kenia, S., Loka, P., & Marsal, A. (2023). Comparison Algorithm Of K-Nearest Neighbor And Naïve Bayes Classifier For Classifying Nutritional Status In Toddlers Perbandingan Algoritma K-Nearest Neighbor Dan Naïve Bayes Classifier Untuk Klasifikasi Status Gizi Pada Balita. 3(April), 8–14.
<https://journal.lrpi.or.id/index.php/malcom/article/view/474>
- Khomarudin, A. N., Aulia, R., Novita, R., & Evinda, E. (2025). Pengembangan Aplikasi Berbasis Ai Untuk Penilaian Status Gizi Dan Intervensi Nutrisi Balita Mengacu Pada Data Who. 6(1), 1–14.
<https://www.ojs.itb-ad.ac.id/index.php/jutech/article/view/3062>
- Marshanda, N. N. (2026). Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor (Knn) Untuk Klasifikasi Status Gizi Balita Di Kecamatan Rumbai Timur. 6(1), 59–68. <https://doi.org/10.33330/J-Com.V6i1.4412>
- Muchtar, F., Rejeki, S., Batara, S. E., & Shaleh, R. (2023). Pengukuran Dan Penilaian Status Gizi Anak Sekolah Dasar Negeri 100 Kendari Menggunakan Indeks Massa Tubuh Menurut Umur. 04(01), 142–153. <https://jurnal.uinsu.ac.id/index.php/adzkie/article/view/18325/7726>
- Mutiara, N., Maylita, S., Vendyansyah, N., & Industri, F. T. (2022). Penerapan Metode K-Nearest Neighbor (Knn) Untuk Menentukan Status Gizi Balita. 6(2), 953–956.
<https://ejournal.ltn.ac.id/jati/article/view/5406>
- Nisa, F., Amanda, V., & Qoiriah, A. (2025). Perancangan Dan Pembuatan Aplikasi Berbasis Website Untuk Mendukung Pertumbuhan Dan Perkembangan Anak. 06, 830–841.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jinacs/article/view/65850>
- Pangestu, A., Mujiyono, S., Waluyo, U. N., Artikel, I., Antropometri, D., Gizi, P., & Balita, S. G. (2025). Implementasi Algoritma Xgboost Untuk Prediksi Status Gizi Balita Berbasis Website. 176–187.
<https://doi.org/10.33364/Algoritma/V.22-2.2390>
- Permenkes. (2020). No Title. 3, 1–78. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Download/132822/Permenkes-Nomor-2-Tahun-2020.Pdf>
- Rajabi, K. M. (2023). Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor (Knn) Dengan Fitur Relief-F Dalam Penentuan Status Stunting. 3, 3555–3568. <https://j-innovative.org/index.php/innovative/article/view/3885>
- Ritonga, A. S., & Muhandhis, I. (2024a). Aplikasi Berbasis Website Untuk Mendeteksi Status Gizi Balita Menggunakan Metode K-Nearest Neighbors (Knn). 5(1), 44–55.
<https://journal.unpacti.ac.id/index.php/jsce/article/download/1081/621>

- Ritonga, A. S., & Muhandhis, I. (2024b). Aplikasi Berbasis Website Untuk Mendeteksi Status Gizi Balita Menggunakan Metode K-Nearest Neighbors (Knn). 5(1), 44–55. https://doi.org/https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2c5&q=Ritonga%2c+A.+S.%2c+%26+Muhandhis%2c+I.+%282024b%29.+Aplikasi+Berbasis+Website+Untuk+Mendeteksi+Status+Gizi+Balita+Menggunakan+Metode+K-Nearest+Neighbors+%28+Knn+%29.&btnG=
- Shafira, R., & Pambudi, A. (2023). Penilaian Status Gizi Balita Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor. 14(3), 1–6. <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/jit/article/view/11299>
- Syifani, S., Septiarini, A., Taruk, M., Wati, M., & Tejawati, A. (2026). Klasifikasi Status Gizi Balita Menggunakan Metode. 1(1), 108–116. <https://ejournal.lppmunidayan.ac.id/index.php/matematika/article/view/1491>
- Yunus, M., & Ni Kadek Ari Pratiwi. (2023). Jtim : Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia Prediksi Status Gizi Balita Dengan Algoritma K-Nearest. 4(4), 221–231. <https://journal.sekawan-org.id/index.php/jtim/en/article/view/328>