

BAB II

TINJAUAN LITERATUR

2.1. Penelitian Terkait

Penelitian terdahulu digunakan sebagai acuan, perbandingan, dan dasar penguat untuk menunjukkan posisi serta keaslian penelitian yang dilakukan. Beberapa studi telah menerapkan metode Machine Learning untuk mengolah data kesehatan dan evaluasi program pangan. Berikut adalah lima referensi ilmiah dalam lima tahun terakhir yang relevan dengan topik prediksi status gizi dan implementasi teknologi dalam mendukung kebijakan publik:

Penelitian pertama dilakukan oleh (Hafsah Dkk 2025) dengan judul "Prediksi Status Gizi Balita di Kabupaten Banteng Menggunakan K-Nearest Neighbor". Penelitian tersebut menerapkan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) dengan perhitungan jarak Euclidean Distance serta teknik normalisasi Min-Max dan Z-Score untuk mengoptimalkan klasifikasi. Data yang diuji berjumlah 1.200 rekam data balita tahun 2024 dari Dinas Kesehatan Kabupaten Bantaeng, yang mencakup variabel jenis kelamin, usia, berat badan, serta tinggi badan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model KNN sangat efektif dalam memprediksi status gizi dengan tingkat akurasi mencapai 94% pada nilai $K=3$. Perbedaan mendasar penelitian tersebut dengan penelitian ini terletak pada konteks tujuannya; jika penelitian tersebut berfokus pada deteksi gizi balita di tingkat daerah, penelitian ini lebih spesifik mengukur dampak intervensi Program Makan Bergizi Gratis (MBG) dengan studi kasus siswa Sekolah Dasar (SD) kelas 1 sampai 6 di SDN 27 Kota Bengkulu, serta menggunakan ketentuan nilai $K=5$ untuk meningkatkan stabilitas voting terhadap data pencilaan.

Penelitian kedua dilakukan oleh (Insany Dkk 2023) dengan judul "Penerapan KNN dan ANN pada Klasifikasi Status Gizi Balita Berdasarkan Indeks Antropometri". Penelitian ini berfokus pada perbandingan performa antara algoritma KNN dan Artificial Neural Network (ANN) untuk klasifikasi status gizi. Data yang diuji merupakan data sekunder sebanyak 700 sampel data balita dari Puskesmas Kecamatan Nagrak dengan variabel umur, jenis kelamin, berat badan, dan tinggi badan. Hasil penelitian menunjukkan kedua algoritma

memiliki tingkat akurasi yang tinggi mencapai 99%, di mana performa terbaik pada KNN diperoleh dengan nilai $K=3$. Perbedaan utama dengan penelitian yang dilakukan penulis terletak pada fungsi dan target subjeknya; jika penelitian tersebut bertujuan melakukan klasifikasi pada balita usia 0–5 tahun untuk membandingkan dua metode, penelitian ini berfokus pada fungsi prediksi kategori status gizi untuk anak siswa Sekolah Dasar kelas 1 sampai 6 di SDN 27 Kota Bengkulu dalam lingkup Program MBG menggunakan algoritma KNN dengan nilai $K=5$.

Penelitian ketiga oleh (Hidayat Dkk 2025) dengan judul "Analisis Sentimen Program Makanan Bergizi Gratis Menggunakan Algoritma Random Forest dan Naive Bayes". Penelitian ini menggunakan algoritma Random Forest dan Naive Bayes untuk melakukan analisis sentimen terhadap kebijakan publik. Data yang diuji berupa 6.728 komentar masyarakat yang diambil dari media sosial X (Twitter) terkait opini mereka terhadap Program MBG. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Random Forest memiliki performa yang lebih unggul dengan tingkat akurasi mencapai 96,38% dalam mengklasifikasikan sentimen masyarakat. Perbedaan mendasar penelitian tersebut dengan penelitian ini terletak pada objek data dan tujuannya; jika penelitian tersebut mengolah data teks kualitatif dari media sosial untuk memetakan opini publik, penelitian ini berfokus pada pengolahan data antropometri kuantitatif (berat badan, tinggi badan, jenis kelamin, dan usia) menggunakan algoritma KNN untuk melakukan prediksi kategori status gizi pada siswa kelas 1 sampai 6 di SDN 27 Kota Bengkulu guna mendukung keberhasilan implementasi program MBG di lapangan.

Penelitian keempat dengan judul "Penerapan K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Status Gizi Balita Di Puskesmas Karang Rejo" dilakukan oleh (Asriani Nurfadillah, Muhammad Fadlan, 2025). Penelitian ini menerapkan algoritma KNN dengan metrik Euclidean Distance untuk mengklasifikasikan status gizi di Puskesmas Karang Rejo. Data yang digunakan berjumlah 100 rekam medis balita periode Agustus 2024 yang diolah melalui pembagian 80 data latih dan 20 data uji dengan variabel BB/U, TB/U, dan BB/TB. Hasil

penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi sempurna sebesar 100% pada penggunaan nilai $K=3$. Perbedaan dengan penelitian penulis terletak pada cakupan subjek dan indeks standar acuan; jika penelitian tersebut melakukan klasifikasi rutin untuk balita menggunakan berbagai indeks gabungan di puskesmas, penelitian ini menerapkan fungsi prediksi untuk memantau perkembangan gizi anak siswa Sekolah Dasar kelas 1 sampai 6 di SDN 27 Kota Bengkulu berdasarkan indeks IMT/U secara otomatis sebagai bentuk evaluasi terhadap efektivitas pemberian nutrisi pada Program MBG.

Penelitian kelima dilakukan oleh (Pangestu Dkk 2025) dengan judul "Implementasi Algoritma XGBoost Untuk Prediksi Status Gizi Balita Berbasis Website". Penelitian tersebut menggunakan algoritma XGBoost (Extreme Gradient Boosting) yang dioptimasi melalui metode Grid Search 3-fold cross-validation. Data yang diuji adalah data antropometri sebanyak 5.169 sampel yang mencakup parameter umur, jenis kelamin, tinggi badan, berat badan, lingkar lengan, dan lingkar kepala balita usia 0–59 bulan. Hasil dari penelitian ini berupa sistem prediksi status gizi berbasis aplikasi web dengan tingkat akurasi mencapai 97,17%. Perbedaan mendasar antara penelitian tersebut dengan penelitian ini terletak pada jenis algoritma komputasi dan batasan usianya; jika penelitian tersebut menggunakan XGBoost untuk balita usia 0–59 bulan, penelitian ini menggunakan algoritma KNN yang difokuskan pada prediksi status gizi siswa Sekolah Dasar kelas 1 sampai 6 di SDN 27 Kota Bengkulu untuk mendukung Program MBG.

Berdasarkan kelima penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) merupakan metode yang sangat tangguh dan konsisten dalam memprediksi status gizi anak dengan capaian akurasi yang sangat tinggi, yakni di rentang 94% hingga 100%. Meskipun penelitian sebelumnya telah membuktikan keandalan algoritma ini, terdapat celah di mana mayoritas studi masih terbatas pada pemantauan rutin di lingkup fasilitas kesehatan tanpa dikaitkan dengan dampak kebijakan spesifik. Selain itu, beberapa penelitian lain yang menggunakan algoritma berbeda cenderung memiliki batasan pada objek data kualitatif atau cakupan usia yang kurang

spesifik. Oleh karena itu, penelitian ini dirancang untuk melengkapi kekurangan tersebut dengan fokus utama menghasilkan sebuah sistem prediksi yang mampu memantau perkembangan gizi anak siswa Sekolah Dasar kelas 1 sampai 6 secara dinamis. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah menyediakan instrumen evaluasi yang akurat untuk mendukung serta mengukur efektivitas Program Makan Bergizi Gratis (MBG) di lapangan.

2.2. 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.

Namun, pengelolaan di lapangan sering kali menghadapi kendala dalam aspek evaluasi dampak kesehatan anak, sebagaimana yang diidentifikasi pada pelaksanaan program di SDN 27 Kota Bengkulu. Ketiadaan instrumen kontrol gizi digital menyebabkan pengelola program tidak memiliki visualisasi data yang objektif mengenai status fisik siswa penerima manfaat. Akibatnya, menu makanan cenderung disediakan secara seragam (generalized) tanpa berbasis pada data kebutuhan riil di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan integrasi teknologi informasi untuk mengubah tata kelola logistik program MBG menjadi sistem berbasis data (data-driven system), di mana pemantauan kondisi fisik siswa dilakukan secara otomatis guna memastikan efektivitas intervensi nutrisi.

2.3 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).

2.4 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.

Untuk mengukur status tersebut secara kuantitatif, diperlukan parameter input antropometri dasar yang objektif. Penelitian ini mempersempit ruang lingkup parameter input dan fokus sampelnya secara homogen, yaitu hanya ditujukan bagi siswa-siswi aktif kelas 1 sampai 6 di SDN 27 Kota Bengkulu (rentang usia sekolah dasar normal 6 hingga 12 tahun), yaitu diukur melalui empat variabel utama:

1. Berat Badan (BB): Diukur dalam satuan kilogram (kg) menggunakan timbangan digital untuk merepresentasikan massa tubuh terkini.
2. Tinggi Badan (TB): Diukur dalam satuan sentimeter (cm) atau meter (m) menggunakan microtoise untuk merepresentasikan pertumbuhan rangka.
3. Usia anak: Dihitung secara spesifik dalam satuan bulan (bukan tahun) untuk menyelaraskan dengan fluktuasi grafik pertumbuhan anak.
4. Jenis Kelamin: Variabel kategoris (Laki-laki/Perempuan) yang menentukan pengelompokan tabel acuan standar pertumbuhan.

2.5 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 (Mutiarra 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/m^2)
- 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 ($< \text{Median}$):

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

2. Jika nilai IMT Riil anak lebih besar atau sama dengan Nilai Median Acuan ($\geq \text{Median}$):

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

Nilai output desimal yang dihasilkan kemudian dicocokkan dengan ambang batas (cut-off) klasifikasi Kemenkes untuk menentukan kategori status gizi anak. Pengelompokan kelas output disajikan secara rinci pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Klasifikasi Status Gizi Anak Usia 5–18 Tahun Berdasarkan IMT/U

No	Kategori Status Gizi	Ambang Batas (Cut-Off Z-Score)	Implikasi pada Program MBG
1	Gizi kurang (thinness)	- 3 SD sampai dengan <- 2 SD	Prioritas intervensi penambahan kalori pada menu
2	Gizi Baik (Normal)	-2 SD sampai dengan +1 SD	Pertahankan komposisi nutrisi harian seimbang
3	Gizi lebih (overweight)	+ 1 SD sampai dengan +2 SD	Pengendalian porsi kalori, pembatasan asupan gula tambahan/lemak jenuh, serta peningkatan porsi serat (sayur dan buah)
4	Obesitas	> +2 SD	Pengurangan komposisi lemak dan karbohidrat

Keterangan: Kategori status gizi diklasifikasikan menggunakan batas *Z-Score* berdasarkan Standar Antropometri Anak (Kemenkes RI, 2020) (Permenkes, 2020), sedangkan penyesuaian porsi menu MBG diformulasikan untuk memenuhi target Angka Kecukupan Gizi (Kemenkes RI, 2019) (Kemenkes, 2019).

2.6 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).

2.7 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.

Proses komputasi prediksi pada algoritma KNN dijalankan melalui tahapan sebagai berikut:

1 Perhitungan Jarak Kedekatan (Euclidean Distance)

Sistem mengukur tingkat kemiripan antar-data dengan menghitung

jarak spasial antara data uji baru (x) terhadap setiap objek data latih (y) di dalam database (Ferliandini & Risnanto, 2023). Pengukuran jarak ini menggunakan metrik Euclidean Distance dengan rumus matematis sebagai berikut:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

Di mana:

- $d(x, y)$ = Jarak geometris antara objek data baru dan data latih.
- x_i = Nilai variabel data baru pada dimensi ke- i (Berat Badan, Tinggi Badan, Jenis Kelamin, Usia).
- y_i = Nilai variabel data latih pada dimensi ke-i.
- n = Jumlah parameter/fitur yang digunakan dalam pengujian.

2 Penentuan Nilai Tetangga Terdekat (K=5)

Setelah nilai jarak spasial dihitung untuk seluruh dataset, sistem melakukan pengurutan nilai jarak secara menaik (ascending). Langkah selanjutnya adalah menentukan konstanta K, yaitu jumlah tetangga terdekat yang akan diambil hak suaranya (voting). Pada penelitian ini, nilai tetangga terdekat dikunci secara konsisten pada K=5 dengan landasan teoritis sebagai berikut:

1. Reduksi Efek Noise

Dibandingkan dengan konstanta K=3, nilai K=5 memiliki cakupan tetangga yang lebih stabil sehingga keputusan klasifikasi tidak mudah goyah atau terkecoh oleh adanya data pencilan (outlier) akibat kesalahan input data fisik siswa di lapangan SDN 27 Kota Bengkulu.

2. Pencegahan Hasil Seri (Tie Vote)

Karena output sistem dibatasi pada 4 kelas gizi (Gizi Kurang, Gizi Lebih, Gizi Baik dan Obesitas), penggunaan parameter K=5 yang merupakan bilangan ganjil memastikan secara matematis selalu ada

kelompok kelas mayoritas tunggal yang memenangkan pemungutan suara, sehingga sistem terhindar dari kondisi ambiguitas keputusan (Syifani et al., 2026)

3 Pemungutan Suara Mayoritas (Majority Voting)

Tahap akhir dari alur algoritma KNN adalah menetapkan label kelas pada data uji baru. Sistem mengidentifikasi kategori status gizi yang paling sering muncul (frekuensi tertinggi) di antara 5 tetangga terdekat yang telah dipilih. Kelas gizi mayoritas tersebut secara otomatis ditetapkan oleh aplikasi sebagai hasil akhir prediksi status gizi anak.

