



Penerapan Algoritma K-Means Untuk Klasterisasi Balita Rentan *Stunting* dan *Wasting* Berdasarkan Indikator Antropometri

Rizky Khairun’Nisa^{1*}, Benni Purnama², Sharipuddin³

¹⁻³Magister Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dinamika Bangsa, Indonesia

Email: nisarizkykhairun@gmail.com^{1*}, bennipurnama@unama.ac.id², sharipuddin@unama.ac.id³

*Penulis Korespondensi: nisarizkykhairun@gmail.com

Abstract. *Stunting and wasting are nutritional problems in toddlers that remain a double burden of malnutrition in Indonesia and have an impact on the quality of health and future human resource development. Monitoring the nutritional status of toddlers is generally carried out using anthropometric indicators, but the use of this data is still limited to descriptive analysis. This study aims to apply the K-Means algorithm in clustering infants vulnerable to stunting and wasting based on anthropometric indicators, so that groups of infants with different levels of nutritional vulnerability can be identified. The dataset used consists of infant data with variables of gender, age (months), height (cm), and weight (kg). The research stages included data preprocessing, encoding categorical variables, data normalization, determining the optimal number of clusters using the Elbow and Silhouette Score methods, and analyzing the characteristics of each cluster. The evaluation results showed that the optimal number of clusters was four. Each cluster has different anthropometric characteristics and distributions of stunting and wasting status, ranging from groups with relatively normal nutritional conditions, groups with a tendency toward overnutrition, to groups that are vulnerable to acute and chronic malnutrition. These clustering results provide a more comprehensive and segmented mapping of toddlers, which can be used as a basis for formulating more targeted and data-driven nutrition policies and interventions.*

Keywords: *K-Means; Clustering; Stunting; Wasting; Anthropometry.*

Abstrak. Stunting dan wasting merupakan permasalahan gizi balita yang masih menjadi beban ganda malnutrisi di Indonesia dan berdampak pada kualitas kesehatan serta perkembangan sumber daya manusia di masa depan. Pemantauan status gizi balita umumnya dilakukan menggunakan indikator antropometri, namun pemanfaatan data tersebut masih terbatas pada analisis deskriptif. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma K-Means dalam mengklasterisasi balita rentan stunting dan wasting berdasarkan indikator antropometri, sehingga dapat diidentifikasi kelompok balita dengan tingkat kerentanan gizi yang berbeda. Dataset yang digunakan terdiri dari data balita dengan variabel jenis kelamin, umur (bulan), tinggi badan (cm), dan berat badan (kg). Tahapan penelitian meliputi praproses data, encoding variabel kategorikal, normalisasi data, penentuan jumlah kluster optimal menggunakan metode Elbow dan Silhouette Score, serta analisis karakteristik masing-masing kluster. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa jumlah kluster optimal adalah empat kluster. Setiap kluster memiliki karakteristik antropometri serta distribusi status stunting dan wasting yang berbeda, mulai dari kelompok dengan kondisi gizi relatif normal, kelompok dengan kecenderungan gizi lebih, hingga kelompok yang rentan terhadap kekurangan gizi akut dan kronis. Hasil klasterisasi ini memberikan pemetaan balita yang lebih komprehensif dan tersegmentasi, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam perumusan kebijakan dan intervensi gizi yang lebih tepat sasaran dan berbasis data.

Kata kunci: K-Means; Klasterisasi; Stunting; Wasting; Antropometri.

1. LATAR BELAKANG

Stunting dan wasting masih menjadi beban ganda malnutrisi yang mengancam kesehatan dan masa depan anak balita secara global, termasuk di Indonesia. Prevalensi stunting di Indonesia pada tahun 2022 masih berada pada angka 21,6%, sementara wasting mencapai 7,7% (Kementerian Kesehatan, 2022). Pemantauan berbasis indikator antropometri berat badan menurut umur (BB/U), tinggi badan menurut umur (TB/U) merupakan metode standar WHO untuk mendeteksi kedua kondisi ini secara objektif (WHO, 2022).

Kondisi malnutrisi seperti *stunting*, *wasting*, dan *underweight* tidak hanya berdampak pada pertumbuhan fisik, tetapi juga dapat memengaruhi kualitas hidup anak secara keseluruhan, termasuk perkembangan kognitif, sosial, dan emosional (Bahar et al., 2024). Menurut penelitian (Fitri et al., 2024) ditemukan beberapa temuan signifikan terkait praktik pemberian Inisiasi Menyusui Dini (IMD), pemberian ASI eksklusif, dan pemantauan tumbuh kembang dengan kejadian stunting dan wasting, temuan ini menekankan pentingnya implementasi dan pemantauan praktik-praktik tersebut dalam upaya pencegahan stunting dan wasting pada anak-anak balita. Penelitian yang dilakukan (Mediani et al., 2022) menjelaskan bahwa kompleksitas faktor determinan seperti pola asuh, sanitasi lingkungan, status ekonomi, dan pendidikan ibu menyebabkan upaya pencegahan stunting belum optimal.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa metode klasterisasi, khususnya menggunakan algoritma K-Means, mampu memetakan status gizi anak berdasarkan data antropometri sehingga kelompok-kelompok risiko tinggi stunting dapat diidentifikasi secara lebih terarah (Ipmawati & Unggara, 2024). Namun, gap penelitian yang diidentifikasi adalah masih terbatasnya studi yang secara spesifik menggabungkan kedua indikator antropometri (BB/U, TB/U) secara simultan untuk mengklasterisasi balita ke dalam kategori kerentanan stunting dan wasting secara terintegrasi. Keterbaharuan (*novelty*) dari penelitian ini adalah penerapan algoritma K-Means untuk menciptakan segmentasi berbasis profil ganda malnutrisi, yang diharapkan dapat menghasilkan pemetaan balita yang lebih granular. Hasil klasterisasi ini dapat menjadi dasar bagi penyusunan rekomendasi kebijakan dan intervensi gizi yang lebih spesifik, efektif, dan terdiferensiasi sesuai karakteristik setiap klaster, sehingga mendukung percepatan penurunan prevalensi stunting dan wasting secara lebih terarah.

2. KAJIAN TEORITIS

Klastering

Klastering merupakan salah satu teknik dalam analisis data yang bertujuan untuk mengelompokkan objek data ke dalam kelompok berdasarkan kesamaan karakteristik. Prinsip dari klastering adalah memaksimalkan kesamaan antar anggota satu kelas dan meminimumkan kesamaan antar kelas (Nozomi, 2023). Secara umum, proses klastering dapat dibagi menjadi dua jenis utama: *clustering hierarkis* dan *clustering non-hierarkis* berbentuk pohon yang menunjukkan hubungan antara kelas, sementara klastering non-hierarkis, seperti K-Means, mengelompokkan data menjadi sejumlah kelas yang telah ditentukan sebelumnya tanpa adanya struktur hierarkis (Setiawan & Saputry, 2024)

K-Means

K-Means klustering adalah salah satu teknik klustering yang paling umum digunakan dalam analisis data, algoritma ini bekerja dengan cara membagi data ke dalam K kelompok yang telah ditentukan sebelumnya, di mana K merupakan jumlah kelompok yang diinginkan (Hendrastuty, 2024). K-Means Clustering termasuk dalam teknik non-hierarki yang membagi data menjadi satu atau lebih cluster, dengan data yang sama dikelompokkan bersama dalam satu cluster dan data yang beragam dibagi menjadi beberapa cluster. Algoritma ini memiliki kecepatan dalam proses clustering, serta memiliki fleksibilitas struktur kluster (Saptadi et al., 2021). Algoritma ini sudah banyak digunakan dalam penelitian terdahulu, serta mampu menangani data yang berkelanjutan (*kontinu*) (Ahdika et al., 2021).

Stunting

Stunting didefinisikan sebagai kondisi gagal tumbuh pada anak di bawah lima tahun akibat malnutrisi kronis, diukur berdasarkan tinggi badan yang berada di bawah minus dua standar deviasi dari median pertumbuhan WHO (Munawaroh et al., 2024). Menurut (Aisyah, 2021) pola asuh erat kaitannya dengan peran ibu dalam kondisi saat kehamilan dan menyusui. Beberapa penyebab utama termasuk kekurangan gizi terutama protein, zat besi, vitamin dapat menghambat pertumbuhan anak-anak, gizi ibu selama masa kehamilan juga dapat memengaruhi pertumbuhan janin dan menyebabkan bayi lahir dengan berat badan lahir rendah. Dampak stunting yaitu penurunan kecerdasan, kerentanan terhadap penyakit, menghambat pertumbuhan ekonomi dan produktifitas kerja dan memperburuk kesenjangan (Yuwanti et al., 2021).

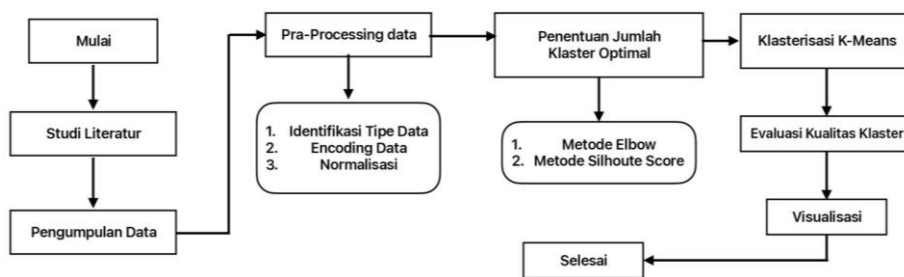
Wasting

Wasting merupakan masalah gizi yang sifatnya akut, sebagai akibat dari peristiwa yang terjadi dalam waktu yang tidak lama seperti kekurangan asupan makanan. Wasting mengacu pada berat badan yang tidak proporsional terhadap tinggi badan, biasanya disebabkan oleh defisiensi nutrisi dalam jangka pendek atau akibat penyakit (Bahar et al., 2024). Wasting juga merupakan gabungan dari istilah kurus (*wasted*) dan sangat kurus (*severe wasted*) yang berdasarkan indeks berat badan menurut panjang badan (BB/TB) (Wangsa Nata & Setiadi, 2023). Beberapa penelitian tentang wasting menekankan pada masalah gizi yang sangat krusial terutama di negara-negara berkembang. Berdasarkan tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), wasting ditargetkan mengalami penurunan angka <5% pada tahun 2025 dan <3% pada tahun 2030 (Rasyidah et al., 2022).

Faktor Antropometri

Tantangan utama dalam pencegahan stunting adalah kurangnya deteksi dini terhadap status gizi anak, banyak kasus baru teridentifikasi setelah keterlambatan pertumbuhan sudah signifikan, sehingga upaya perbaikan menjadi lebih sulit (Ambarwati et al., 2025). Skrining antropometri melalui pengukuran berat badan, tinggi badan, dan penilaian status gizi dapat dilakukan secara rutin untuk mendeteksi risiko sejak dini (Mikawati et al., 2023). Deteksi dini menjadi langkah awal penting dalam upaya intervensi gizi yang tepat dan berkelanjutan. Indikator antropometrik termasuk tinggi badan, berat badan, dan jenis kelamin, telah terbukti efektif dalam mengevaluasi status gizi anak (Ratnasari et al., 2024). Analisis terkait antropometri (berat badan dan panjang badan) bayi saat lahir, dan prematuritas (usia kehamilan) karena stunting dapat diukur sejak 1000 HPK (Hari Pertama Kehidupan) yang dapat mempengaruhi kejadian stunting.

3. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Alur Penelitian

(Sumber : Data Peneliti, 2026)

Mulai

Penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan stunting dan wasting pada balita yang masih tinggi di Indonesia. Tahapan ini juga melibatkan studi awal untuk meninjau pentingnya pengelompokan berbasis data dalam mendukung pengambilan keputusan kesehatan masyarakat.

Studi Literatur

Tahap berikutnya adalah studi literatur untuk memahami landasan teoritis dan teknis dari metode Algoritma K-Means serta praktik-praktik terbaik yang telah dilakukan dalam studi terdahulu terkait stunting dan wasting.

Pengumpulan Data

Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data sekunder berupa dataset kesehatan balita yang memuat berbagai atribut seperti umur, jenis kelamin, berat badan, tinggi badan, dan status gizi

(stunting dan wasting). Data diperoleh dari sumber sekunder dalam bentuk dataset yang berisi 100.000 entri data balita <https://www.kaggle.com/datasets/jabirmuktabir/stunting-wasting-dataset>.

Pra-Processing Data

Melakukan pembersihan data yang meliputi identifikasi tipe data, encoding data untuk melabeli agar variabel tersebut dapat diolah secara numerik deteksi dan normalisasi data numerik menggunakan metode StandardScaler.

Penentuan Jumlah Kluster Optimal

Tahapan selanjutnya dilakukan penentuan jumlah kluster optimal menggunakan metode Elbow dan Silhouette Score. Jumlah kluster ini menjadi input penting dalam proses klusterisasi menggunakan algoritma K-Means,

Klusterisasi K-Means

MelSetelah nilai K optimal diperoleh, dilanjutkan dengan tahap inti Klusterisasi K-Means, di mana algoritma mengelompokkan data sampel balita berdasarkan kedekatan dengan centroid kluster.

Evaluasi Kualitas Kluster

Tahapan berikutnya adalah evaluasi performa klusterisasi, yang dilakukan menggunakan metrik validitas. Interpretasi masing-masing kluster dilakukan dengan mengamati distribusi rata-rata nilai pada tiap komponen utama dan variabel asli, sehingga setiap kluster dapat diartikan sebagai kelompok balita dengan karakteristik risiko tertentu.

Visualisasi

Kluster Masing-masing kluster ditafsirkan berdasarkan distribusi atribut utamanya. Hasil ini digunakan untuk mengidentifikasi kelompok balita yang paling rentan terhadap stunting dan wasting.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pra-Processing Data

Tahap Pra-processing data ini merupakan langkah awal yang sangat penting dalam penelitian, karena kualitas data yang digunakan sangat berpengaruh terhadap hasil klusterisasi. Pada tahap ini dilakukan beberapa proses yaitu idetifikasi data, fitur seleksi, encoding data, dan normalisasi.

Identifikasi Tipe Data

Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi tipe data yang selanjutnya bisa digunakan dalam penelitian.

Tabel 1. Tipe Data

No	Atribut	Data type
1	Jenis Kelamin	object
2	Unur (Bulan)	int64
3	Tinggi Badan (cm)	float64
4	Berat Badan (kg)	float64
5	Stunting	object
6	Wasting	object

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Berdasarkan hasil identifikasi tipe data, atribut jenis kelamin memiliki tipe objek yang harus diproses agar bisa digunakan pada tahap selanjutnya, umur memiliki tipe data numerik (integer), sedangkan tinggi badan dan berat badan bertipe numerik kontinu (float). Sementara itu, atribut status stunting dan wasting bertipe kategorikal.

Atribut numerik digunakan sebagai variabel utama dalam proses klasterisasi karena memiliki sifat kuantitatif yang dapat dihitung jaraknya. Adapun atribut kategorikal tidak langsung digunakan dalam pembentukan klaster, namun dimanfaatkan pada tahap interpretasi hasil klaster untuk memberikan makna kesehatan pada setiap kelompok yang terbentuk.

Encoding Data

Tahap ini bertujuan untuk memudahkan pengolahan data serta dalam melakukan analisis statistik yang memerlukan representasi numerik. Encoding ini digunakan untuk mentransformasi atribut umur yang memiliki tipe object (non numerik) yang akan ditransformasi ke numerik.

Tabel 2. Encoding Data

Jenis Kelamin		
Laki-laki	0	50.179
Perempuan	1	49.821

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Hasil encoding menunjukkan bahwa nilai 0 merepresentasikan balita laki-laki, sedangkan nilai 1 merepresentasikan balita perempuan. Berdasarkan hasil encoding tersebut, diperoleh distribusi data jenis kelamin sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Distribusi balita berdasarkan jenis kelamin menunjukkan bahwa terdapat 50.179 balita laki-laki dan 49.821 balita perempuan. Komposisi ini memperlihatkan bahwa dataset memiliki distribusi jenis kelamin yang relatif seimbang.

Normalisasi

Tahap selanjutnya adalah normalisasi data. Normalisasi bertujuan untuk menyetarakan skala antar variabel numerik sehingga setiap atribut memiliki kontribusi yang seimbang dalam proses perhitungan jarak pada algoritma K-Means.

Tabel 3. Hasil Normalisasi

Jenis Kelamin	Umur (bulan)	Tinggi (cm)	Berat (kg)
-0.996426	0.973302	1.625534	1.224185
-0.996426	1.112198	0.402027	-0.230024
-0.996426	-0.276761	0.516456	0.315304
1.003586	-1.387929	-2.009777	0.290616
1.003586	-0.971241	-1.472843	0.497080

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

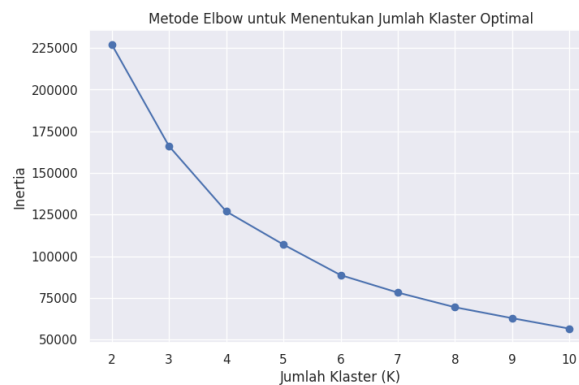
Hasil normalisasi menunjukkan 5 sampel balita rentan stunting, dan tabel tersebut menunjukkan bahwa setiap atribut telah berada pada skala yang seragam. Nilai hasil normalisasi yang bervariasi baik positif maupun negatif menunjukkan bahwa proses standardisasi telah berhasil membedakan karakteristik pertumbuhan setiap balita secara relatif terhadap populasi. Dengan kondisi ini, tidak terdapat atribut yang mendominasi perhitungan jarak dalam algoritma K-Means, sehingga klusterisasi dapat dilakukan secara lebih objektif dan akurat.

Penentuan Jumlah Kluster Optimal

Penentuan jumlah kluster merupakan langkah penting dalam proses klusterisasi. Dalam penelitian ini, penentuan jumlah kluster optimal dilakukan menggunakan dua metode, yaitu Metode Elbow dan Metode Silhouette Score.

Metode Elbow

Metode Elbow digunakan untuk mengamati perubahan nilai Within-Cluster Sum of Squares (WCSS) terhadap jumlah kluster.

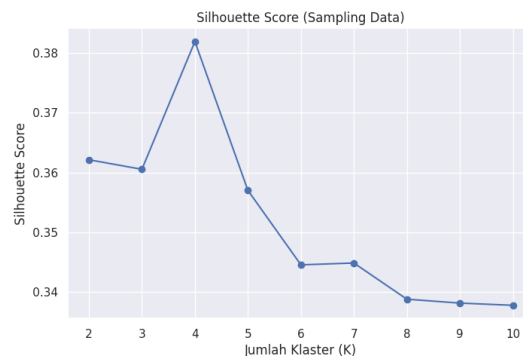
**Gambar 2.** Metode Elbow

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Berdasarkan grafik metode Elbow yang ditunjukkan pada Gambar tersebut, terlihat bahwa nilai inertia mengalami penurunan yang signifikan ketika jumlah kluster meningkat dari $K = 2$ hingga $K = 4$. Setelah $K = 4$, penurunan nilai inertia cenderung melambat dan membentuk pola yang lebih landai. Perubahan pola ini menunjukkan adanya titik siku (*elbow point*) pada $K = 4$, yang menandakan bahwa penambahan jumlah kluster setelah titik tersebut tidak lagi memberikan peningkatan kualitas kluster yang signifikan.

Metode Silhouette Score

Silhouette Score digunakan untuk mengukur kualitas kluster berdasarkan tingkat kohesi dan separasi antar kluster.



Gambar 3. Silhote Score

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Berdasarkan grafik Silhouette Score yang ditunjukkan pada Gambar tersebut, terlihat bahwa nilai Silhouette Score mengalami peningkatan dari $K = 2$ hingga mencapai nilai tertinggi pada $K = 4$, dengan skor sekitar 0,38. Hal ini menunjukkan bahwa pada jumlah kluster tersebut, struktur kluster yang terbentuk memiliki tingkat pemisahan antar kluster yang paling optimal serta kohesi internal kluster yang baik. Setelah $K = 4$, nilai Silhouette Score mengalami penurunan secara bertahap hingga $K = 10$.

Berdasarkan Metode Elbow dan Metode Silhouette Score diatas, didapatkan jumlah kluster optimal yaitu $k=4$ yang akan digunakan dalam penelitian ini,

Klasterisasi K-Means

Klasterisasi bertujuan untuk mengelompokkan balita ke dalam beberapa kelompok berdasarkan kemiripan karakteristik pertumbuhan, sehingga dapat diidentifikasi kelompok balita dengan tingkat risiko stunting yang berbeda. Pada penelitian ini adalah proses klasterisasi data balita menggunakan algoritma K-Means.

Klaster 0

Tabel 4. Klasterisasi Klaster 0

Atribut	Rata-rata
Umur (bulan)	17.24
Tinggi (cm)	80,08
Berat (kg)	11,11
Jumlah Balita	27.983

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Klaster 0 merupakan kluster dengan jumlah anggota sebanyak 27.983 balita, sehingga menjadi kluster dengan proporsi terbesar dalam hasil pengelompokan. Nilai rata-rata tinggi dan berat badan pada kluster ini menunjukkan pola pertumbuhan yang relatif baik dan mendekati

standar pertumbuhan normal untuk kelompok usia tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar balita dalam klaster 0 berada pada kondisi pertumbuhan yang cukup stabil, meskipun masih terdapat variasi status gizi di dalamnya.

Klaster 1

Tabel 5. Klasterisasi Klaster 1

Atribut	Rrata-rata
Umur (bulan)	5,13
Tinggi (cm)	63,86
Berat (kg)	6,99
Jumlah Balita	21.531

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Klaster 1 terdiri dari 21.531 balita, banyaknya jumlah balita dalam klaster ini menunjukkan bahwa fase awal kehidupan merupakan bagian signifikan dari populasi penelitian. Dengan mempertimbangkan usia yang masih berada dalam periode emas pertumbuhan, klaster 1 dapat dikategorikan sebagai kelompok dengan potensi risiko stunting yang perlu diwaspadai, sehingga memerlukan pemantauan pertumbuhan yang intensif dan intervensi preventif untuk mencegah terjadinya stunting di kemudian hari.

Klaster 2

Tabel 6. Klasterisasi Klaster 2

Atribut	Rrata-rata
Umur (bulan)	5,20
Tinggi (cm)	61,32
Berat (kg)	6,55
Jumlah Balita	21.838

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Klaster 2 terdiri dari 21.838 balita, dengan jumlah anggota yang cukup besar, klaster 2 merepresentasikan kelompok balita yang berada pada periode kritis pertumbuhan, di mana intervensi gizi dan pemantauan pertumbuhan menjadi sangat penting. Oleh karena itu, klaster ini dapat dikategorikan sebagai kelompok dengan potensi risiko gangguan pertumbuhan yang perlu mendapat perhatian khusus, terutama dalam upaya pencegahan stunting sejak usia dini melalui pemantauan rutin dan intervensi gizi preventif.

Klaster 3

Tabel 7. Klasterisasi Klaster 3

Atribut	Rrata-rata
Umur (bulan)	17,20
Tinggi (cm)	81,56
Berat (kg)	11,23
Jumlah Balita	28.648

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Klaster 3 merupakan klaster dengan jumlah anggota terbanyak, yaitu 28.648 balita. Dengan karakteristik tersebut, klaster 3 merepresentasikan kelompok balita dengan kondisi pertumbuhan yang cenderung optimal, sehingga dapat dikategorikan sebagai klaster dengan risiko stunting relatif rendah. Meskipun demikian, mengingat usia balita yang masih berada dalam masa pertumbuhan aktif, pemantauan pertumbuhan secara berkala dan edukasi gizi seimbang tetap diperlukan untuk menjaga keberlanjutan pertumbuhan yang optimal.

Evaluasi Kualitas K-Means

Evaluasi Kualitas Klaster Stunting

Tabel berikut menunjukkan persentase status stunting yang terdiri dari kategori Normal, Stunting, Sangat Stunting, dan Tinggi pada empat klaster hasil klasterisasi menggunakan algoritma K-Means ($k = 4$).

Tabel 8. Evaluasi Kualitas Klaster Stunting

Cluster	Normal	Stunting	Sangat Stunting	Tinggi
0	73,85	16,17	4,38	3,98
1	70,41	16,99	7,39	5,26
2	70,68	16,43	7,89	4,95
3	73,47	15,31	4,47	6,37

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Klaster 0 didominasi oleh balita dengan status Normal (73,85%), yang menunjukkan bahwa sebagian besar balita dalam klaster ini memiliki tinggi badan sesuai standar pertumbuhan. Persentase Stunting (16,17%) masih menunjukkan adanya masalah pertumbuhan kronis pada sebagian balita, namun proporsi Sangat Stunting (4,38%) tergolong rendah. Sementara itu, persentase balita dengan status Tinggi (3,98%) relatif kecil.

Pada Klaster 1, persentase balita dengan status Normal (70,41%) merupakan yang terendah dibandingkan klaster lainnya. Klaster ini memiliki proporsi Sangat Stunting (7,39%) yang cukup tinggi, disertai dengan Stunting (16,99%) yang juga relatif besar. Persentase balita dengan status Tinggi (5,26%) berada pada tingkat menengah.

Distribusi pada Klaster 2 memperlihatkan bahwa 70,68% balita berada pada kategori Normal, hampir sama dengan Klaster 1. Namun, klaster ini memiliki persentase Sangat Stunting tertinggi (7,89%), yang mengindikasikan tingkat keparahan stunting yang paling serius. Kategori Stunting (16,43%) juga masih cukup signifikan, sedangkan persentase Tinggi (4,95%) tergolong sedang.

Klaster 3 memiliki persentase balita dengan status Normal (73,47%) yang relatif tinggi. Selain itu, proporsi Stunting (15,31%) merupakan yang terendah dibandingkan klaster lain, dan persentase Sangat Stunting (4,47%) juga tergolong rendah. Klaster ini memiliki persentase balita dengan status Tinggi (6,37%) paling besar.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan tingkat risiko stunting antar klaster.

Tabel 9. Tabel Cluster Stunting

Cluster	Risiko cluster
0	Risiko Sedang
1	Risiko Tinggi
2	Risiko Sangat Tinggi
3	Risiko Rendah

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Evaluasi Kualitas Klaster Stunting

Tabel menunjukkan persentase status wasting yang terdiri dari kategori normal, kelebihan berat badan, sangat kekurangan berat badan, dan kekurangan berat badan pada empat klaster hasil klasterisasi menggunakan algoritma K-Means ($k = 4$).

Tabel 10. Evaluasi Kualitas Klaster Wasting

Cluster	Normal	Kelebihan Berat Badan	Sangat Kekurangan Berat Badan	Kekurangan Berat Badan
0	33,75	49,84	7,98	8,42
1	36,47	35,58	17,23	11,07
2	36,82	35,04	17,37	10,41
3	37,18	44,10	8,71	10,01

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Klaster 0 didominasi oleh balita dengan status Kelebihan Berat Badan 49,84%, yang merupakan persentase tertinggi dibandingkan klaster lainnya. Sementara itu, balita dengan status Normal 33,75% masih cukup besar. Proporsi balita dengan Sangat Kekurangan Berat Badan 7,98% dan Kekurangan Berat Badan 8,42% tergolong relatif rendah.

Pada Klaster 1, persentase balita dengan status Normal 36,47% merupakan yang tertinggi kedua. Namun, klaster ini menunjukkan proporsi Sangat Kekurangan Berat Badan 17,23% dan Kekurangan Berat Badan 11,07% yang cukup tinggi. Persentase Kelebihan Berat Badan 35,58% relatif lebih rendah dibandingkan Klaster 0 dan 3.

Distribusi pada Klaster 2 relatif mirip dengan Klaster 1. Balita dengan status Normal 36,82% mendominasi, namun persentase Sangat Kekurangan Berat Badan 17,37% dan Kekurangan Berat Badan 10,41% masih tergolong tinggi. Sementara itu, balita dengan Kelebihan Berat Badan 35,04% berada pada tingkat menengah.

Klaster 3 memiliki persentase Kelebihan Berat Badan 44,10% yang relatif tinggi, mendekati Klaster 0. Balita dengan status Normal 37,18% merupakan yang tertinggi di antara seluruh klaster. Proporsi balita dengan Sangat Kekurangan Berat Badan 8,71% dan Kekurangan Berat Badan 10,01% tergolong lebih rendah dibandingkan Klaster 1 dan 2.

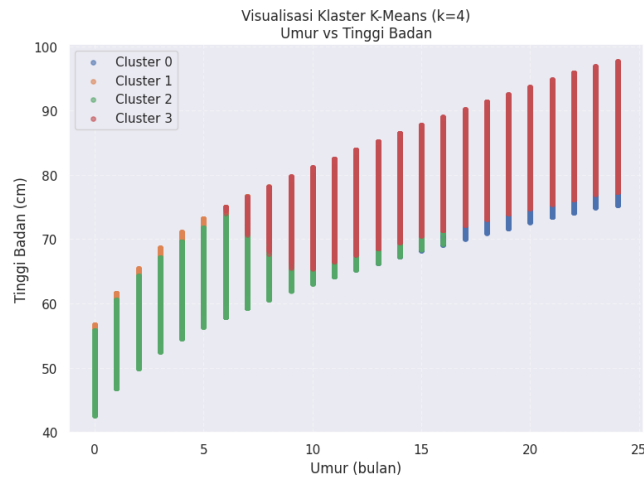
Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan tingkat risiko *wasting* antar klaster.

Tabel 11. Tabel Claster Wasting

Cluster	Risiko cluster
0	Risiko sedang
1	Risiko Tinggi
2	Risiko Sangat Tinggi
3	Risiko Rendah

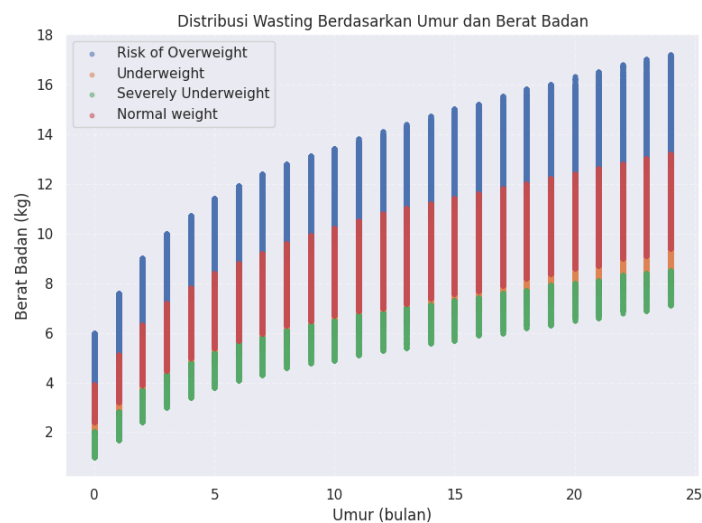
(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Visualisai



Gambar 4. Grafik Visualisasi Stunting
(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Berdasarkan visualisasi hubungan umur dan tinggi badan, terlihat bahwa setiap klaster memiliki pola pertumbuhan yang berbeda. Cluster 3 menunjukkan tinggi badan tertinggi pada hampir seluruh rentang umur dan dikategorikan sebagai klaster dengan risiko stunting sangat rendah. Sebaliknya, Cluster 2 memiliki tinggi badan terendah dan menunjukkan risiko stunting tinggi. Perbedaan posisi vertikal antar klaster pada umur yang sama menunjukkan bahwa algoritma K-Means mampu memisahkan balita berdasarkan kemiripan pola pertumbuhan antropometri.



Gambar 5. Grafik Visualisasi Wasting
(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Berdasarkan grafik distribusi *wasting*, terlihat bahwa berat badan balita meningkat seiring dengan pertambahan umur. Namun demikian, pada umur yang sama terdapat perbedaan berat badan yang jelas antar kategori *wasting*. Balita dengan kategori *severely underweight* (sangat kekurangan berat badan) memiliki berat badan terendah, sedangkan kategori *risk of overweight* (kelebihan berat badan) memiliki berat badan tertinggi. Hal ini menunjukkan adanya variasi status gizi yang signifikan dan mengindikasikan terjadinya beban gizi ganda pada populasi balita.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa algoritma K-Means Clustering berhasil mengelompokkan 100.000 balita menjadi empat klaster berdasarkan kemiripan karakteristik antropometri (umur, tinggi badan, dan berat badan). Penentuan jumlah klaster optimal menggunakan metode Elbow dan Silhouette Score secara konsisten menetapkan $K=4$ sebagai konfigurasi terbaik. Keempat klaster yang terbentuk merepresentasikan spektrum risiko gizi yang berbeda: Klaster 3 (28.648 balita) merupakan kelompok dengan risiko stunting dan *wasting* terendah dan kondisi pertumbuhan paling optimal; Klaster 0 (27.983 balita) menunjukkan risiko sedang dengan pertumbuhan relatif stabil; Klaster 1 (21.531 balita) dikategorikan berisiko tinggi, didominasi balita usia dini dengan potensi gangguan pertumbuhan; dan Klaster 2 (21.838 balita) memiliki risiko sangat tinggi dengan indikator tinggi badan terendah dan proporsi kondisi sangat stunting serta sangat kekurangan berat badan tertinggi.

Evaluasi terhadap distribusi status stunting dan *wasting* dalam setiap klaster memperkuat stratifikasi risiko ini, di mana Klaster 1 dan 2 membutuhkan perhatian dan intervensi prioritas. Dengan demikian, pendekatan klasterisasi ini terbukti mampu memberikan segmentasi yang bermakna untuk pemetaan populasi balita rentan, sehingga dapat menjadi landasan dalam menyusun kebijakan dan program intervensi gizi yang lebih spesifik, efektif, dan efisien, serta mendukung upaya penurunan prevalensi stunting dan *wasting* secara terukur. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengintegrasikan variabel non-antropometri (seperti faktor sosial ekonomi dan pola asuh) serta menerapkan algoritma clustering lain untuk perbandingan kinerja.

DAFTAR REFERENSI

- Ahdika, A., Kartikasari, M. D., Dini, S. K., & Ramadhani, I. (2021). Diversification of Agricultural Areas in Indonesia using Dynamic Copula Modeling and K-Means Clustering. *Sains Malaysiana*, 50(9), 2791–2817. <https://doi.org/10.17576/jsm-2021-5009-24>
- Aisyah, H. F. (2021). Gambaran Pola Asuh Ibu dengan Balita Stunting dan Tidak Stunting di Kelurahan Tengah, Kecamatan Kramat Jati, DKI Jakarta. *Perilaku Dan Promosi Kesehatan: Indonesian Journal of Health Promotion and Behavior*, 3(2), 71. <https://doi.org/10.47034/ppk.v3i2.4158>
- Ambarwati, R., Rokhmah, N. N., Andini, S., Fatmi, M., Herlina, N., Rikkit, Nurhikmah, W., Wahyuningrum, C., & Nurmala, S. (2025). UPAYA PREVENTIF STUNTING ANAK: KOLABORASI SKRINING ANTROPOMETRI DAN PRILAKU ORANGTUA SEBAGAI GARDA TERDEPAN. *BESIRU: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(11), 1067–1075. <https://doi.org/10.62335/besiru.v2i11.1918>
- Bahar, Muh. A., Galistiani, G. F., Eliyanti, U., & Mohi, A. R. (2024). Gambaran Nilai Utilitas Kesehatan Anak dengan Malnutrisi: Studi pada Kasus Stunting, Wasting, dan Underweight di Indonesia. *Jurnal Mandala Pharmacoon Indonesia*, 10(2), 610–617. <https://doi.org/10.35311/jmpi.v10i2.656>
- Fitri, D. A., Mikawati, Pratiwi, R., Muaningsih, & Suriyani. (2024). Hubungan Inisiasi Menyusui Dini, ASI Eksklusif, dan Pemantauan Tumbuh Kembang dengan Kejadian Stunting dan Wasting: Kajian di Puskesmas Wilayah Kerja Kassi-Kassi, Makassar. *Buletin Ilmu Kebidanan Dan Keperawatan*, 3(03), 92–100. <https://doi.org/10.56741/bikk.v3i03.612>
- Hendrastuty, N. (2024). Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Clustering Dalam Evaluasi Hasil Pembelajaran Siswa. *Jurnal Ilmiah Informatika Dan Ilmu Komputer (JIMA-ILKOM)*, 3(1), 46–56. <https://doi.org/10.58602/jima-ilkom.v3i1.26>
- Ipmawati, J., & Unggara, I. (2024). Analisis Status Gizi Anak Menggunakan Metode Klustering pada Dataset Anthropometri. *Bit-Tech*, 7(2), 494–504. <https://doi.org/10.32877/bt.v7i2.1869>
- Kementerian Kesehatan. (2022). *Katalog Data—Layanan Permintaan Data | Kementerian Kesehatan RI*. <https://layanandata.kemkes.go.id/katalog-data/ssgi/ketersediaan-data/ssgi-2022>
- Mediani, H. S., Hendrawati, S., Pahria, T., Mediawati, A. S., & Suryani, M. (2022). Factors Affecting the Knowledge and Motivation of Health Cadres in Stunting Prevention Among Children in Indonesia. *Journal of Multidisciplinary Healthcare, Volume 15*, 1069–1082. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S356736>
- Mikawati, Lusiana, E., Suriyani, S., Muaningsih, M., & Pratiwi, R. (2023). Deteksi Dini Stunting Melalui Pengukuran Antropometri pada Anak Usia Balita. *AKM: Aksi Kepada Masyarakat*, 4(1), 277–284. <https://doi.org/10.36908/akm.v4i1.862>
- Munawaroh, S., Fajri, M. N., & Ajija, S. R. (2024). THE EFFECTS OF SOCIAL ASSISTANCE PROGRAMS ON STUNTING PREVALENCE RATES IN INDONESIA. *Jurnal Administrasi Kesehatan Indonesia*, 12(1), 74–85. <https://doi.org/10.20473/jaki.v12i1.2024.74-85>

- Nozomi, I. (2023). Penerapan Data Mining Untuk Peringatan Dini Banjir Menggunakan Metode Klustering K-Means (Studi Kasus Kota Padang). *Jurnal Sains Informatika Terapan*, 2(2), 39–44. <https://doi.org/10.62357/jsit.v2i2.165>
- Rasyidah, S., Novianti, A., Angkasa, D., Jus'at, I., & Harna. (2022). Praktik Pemberian Makan dan Status Gizi Balita di Masa Pandemi Covid 19. *Amerta Nutrition*, 6(1SP), 92–98. <https://doi.org/10.20473/amnt.v6i1SP.2022.92-98>
- Ratnasari, R., Wahidin, A. J., & Andika, T. H. (2024). Deteksi Dini Stunting Pada Anak Berdasarkan Indikator Antropometri dengan Menggunakan Algoritma Machine Learning. *Jurnal Algoritma*, 21(2), 378–387. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.21-2.2122>
- Saptadi, N. T. S., Chyan, P., & Taga, V. P. (2021). Using K-Means Algorithm to Investigate Community Behavior in Treating Waste toward Smart City. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 11(4), 1455. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.11.4.14487>
- Setiawan, K., & Saputry, Y. Y. A. (2024). Clustering Data Calon Siswa Baru Menggunakan Metode K-Means di Pusat Pengembangan Anak Fajar Baru Cengkareng. *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi)*, 8(1), 75–83. <https://doi.org/10.35870/jtik.v8i1.1426>
- Wangsa Nata, M. M., & Setiadi, Y. (2023). Determinan Kejadian Wasting Pada Balita di Provinsi Aceh Tahun 2021. *Seminar Nasional Official Statistics, 2023*(1), 321–330. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2023i1.1619>
- WHO. (2022). *WHO Child Growth Standards: Length/Height-for-Age, Weight-for-Age, Weight-for-Length, Weight-for-Height and Body Mass Index-for-Age*. <https://www.who.int/tools/child-growth-standards/standards>
- Yuwanti, Y., Mulyaningrum, F. M., & Susanti, M. M. (2021). FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI STUNTING PADA BALITA DI KABUPATEN GROBOGAN. *Jurnal Keperawatan Dan Kesehatan Masyarakat Cendekia Utama*, 10(1), 74. <https://doi.org/10.31596/jcu.v10i1.704>