

APLIKASI SEGMENTASI JENIS MAKANAN BERDASARKAN KANDUNGAN GIZI MENGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS

Valentina Gracia Mardianti, Hadist, Kristian Carles[✉], Muhammad Maulana,
Weisky Steven Dharmawan

Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika, Jakarta, Indonesia
Email: kristiancharles7788@gmail.com

ABSTRACT

Public understanding of food nutrition remains limited due to the lack of accessible educational tools. This study aims to develop a web-based food segmentation system capable of clustering food items based on their nutritional characteristics using the K-Means algorithm. The research employs the Food Composition Dataset, focusing on key attributes including Nitrogen Factor, Fat Factor, and Specific Gravity. The methodology consists of data preprocessing, determining the optimal number of clusters using the Elbow Method, and visualizing the clustering outcomes through Principal Component Analysis (PCA). The results indicate that the optimal number of clusters is $K = 3$, with clear separation demonstrated by PCA, which shows an explained variance of 82%. The resulting clusters represent groups of foods with similar nutritional profiles, such as high-protein, high-fat, or high-density items. The clustering results were implemented into an interactive Streamlit-based web application, allowing users to explore and interpret the segmentation results easily. The study concludes that the K-Means algorithm is effective for grouping foods based on nutritional attributes, and the developed system can serve as a practical tool for nutritional education and balanced diet analysis.

Keyword: K-Means, Nutrition, Clustering, Food Segmentation, Streamlit.

ABSTRAK

Pengetahuan masyarakat mengenai kandungan gizi makanan masih rendah karena terbatasnya media edukasi yang mudah dipahami. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem segmentasi makanan berbasis web yang mampu mengelompokkan makanan berdasarkan karakteristik gizinya menggunakan algoritma K-Means. Data yang digunakan merupakan Food Composition Dataset dengan atribut utama Nitrogen Factor, Fat Factor, dan Specific Gravity. Proses penelitian meliputi pra-pemrosesan data, penentuan jumlah kluster optimal melalui Elbow Method, dan visualisasi hasil menggunakan Principal Component Analysis (PCA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah kluster optimal adalah $K = 3$, dengan pemisahan kluster yang jelas melalui visualisasi PCA yang memiliki explained variance sebesar 82%. Kluster yang terbentuk merepresentasikan kelompok makanan dengan karakteristik gizi serupa, seperti kandungan protein tinggi, lemak tinggi, atau densitas makanan yang lebih besar. Hasil klusterisasi kemudian diimplementasikan ke dalam aplikasi web berbasis Streamlit, sehingga pengguna dapat melihat dan memahami segmentasi makanan secara interaktif. Penelitian ini menyimpulkan bahwa algoritma K-Means efektif dalam mengelompokkan makanan berdasarkan atribut gizinya, dan sistem yang dikembangkan dapat dimanfaatkan sebagai media edukasi gizi dan analisis pola makan.

Kata Kunci: K-Means, Gizi, Klusterisasi, Segmentasi Makanan, Streamlit.

PENDAHULUAN

Gizi memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan, perkembangan, serta pemeliharaan kesehatan tubuh. Ketidakseimbangan asupan gizi dapat menimbulkan berbagai permasalahan kesehatan, terutama pada kelompok rentan seperti remaja dan balita. Perubahan gaya hidup, meningkatnya konsumsi makanan cepat saji, serta kurangnya kesadaran mengenai pola makan sehat turut memperburuk kondisi ini. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa konsumsi fast food berhubungan erat dengan meningkatnya risiko obesitas pada remaja akibat tingginya kandungan energi dan rendahnya kualitas nutrisi (Dona & Rifqi,

2022). Rendahnya edukasi gizi juga menyebabkan remaja kurang memahami pentingnya pola makan seimbang.

Program edukasi gizi seperti *Isi Piringku* terbukti dapat meningkatkan pemahaman dan kebiasaan makan yang lebih sehat pada kalangan pelajar (Virantika et al., 2022). Seiring perkembangan teknologi, pemanfaatan data mining dalam bidang kesehatan semakin meluas, termasuk untuk menganalisis status gizi. Metode *clustering* seperti K-Means banyak digunakan karena kemampuannya dalam mengelompokkan data berdasarkan kemiripan karakteristik secara efektif. Berbagai penelitian

menunjukkan bahwa K-Means dapat digunakan untuk memetakan status gizi balita maupun kondisi kesehatan masyarakat secara akurat (Husna & Riyanto, 2024; Purwaningrum et al., 2021; Dona & Rifqi, 2022). Selain itu, metode ini juga digunakan untuk mengelompokkan kebutuhan makanan dan mengoptimalkan analisis gizi (Anjariansyah & Triayudi, 2022).

Penggunaan K-Means dalam konteks yang lebih luas juga telah diterapkan untuk mengidentifikasi permasalahan gizi pada tingkat regional. melakukan klasterisasi kabupaten/kota di Jawa Barat berdasarkan kasus gizi buruk untuk mendukung pengambilan keputusan pemerintah. (Ali et al., 2020) Temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa metode K-Means relevan digunakan untuk analisis yang berkaitan dengan gizi dan kesehatan.

Melalui penelitian ini, dikembangkan sebuah sistem berbasis web yang menerapkan algoritma K-Means untuk mengelompokkan jenis makanan berdasarkan kandungan gizinya. Sistem ini diharapkan mampu menyajikan hasil pengelompokan secara interaktif sehingga dapat membantu masyarakat dan tenaga kesehatan dalam memahami variasi kandungan nutrisi pada berbagai jenis makanan.

KAJIAN LITERATUR

Kajian literatur ini berfokus pada penelitian terdahulu dan teori pendukung terkait gizi, pola konsumsi, serta penggunaan algoritma clustering dalam analisis data kesehatan. Bagian ini mencakup empat aspek utama, yaitu konsep gizi dan pola konsumsi, analisis perilaku makan remaja, penggunaan algoritma K-Means dalam penelitian, serta implementasi klasterisasi dalam bidang kesehatan dan pangan.

Konsep Gizi dan Perilaku Konsumsi

Pola konsumsi makanan memiliki hubungan erat dengan status kesehatan seseorang. Perubahan gaya hidup modern telah memengaruhi perilaku konsumsi masyarakat, terutama remaja yang cenderung mengonsumsi makanan cepat saji. (Izah et al., 2022) menunjukkan bahwa kebiasaan mengonsumsi fast food dapat meningkatkan risiko obesitas akibat tingginya kandungan kalori, lemak, dan gula. (Ariyanto et al., 2024) yang menyatakan bahwa kurangnya aktivitas fisik dan tingginya konsumsi fast food merupakan faktor yang berkontribusi pada peningkatan obesitas pada remaja. Selain itu, Sari et al. (2023) menemukan bahwa konsumsi fast food yang tidak terkontrol berdampak signifikan terhadap peningkatan Indeks Massa Tubuh (IMT) remaja.

Untuk mengatasi masalah tersebut, edukasi gizi menjadi salah satu pendekatan penting. (Chairani et al., 2024) membuktikan bahwa edukasi mengenai gizi seimbang seperti konsep *Isi Piringku* dapat meningkatkan pemahaman siswa SMA mengenai pola makan sehat. promosi gizi seimbang dan aktivitas fisik mampu mengubah perilaku makan remaja menuju arah yang lebih sehat (Amrynia & Prameswari, 2022).

Algoritma K-Means dan Penerapannya

Algoritma K-Means merupakan salah satu teknik klasterisasi yang paling banyak digunakan dalam pengelompokan data numerik. Metode ini bekerja dengan membagi data ke dalam sejumlah kelompok atau klaster berdasarkan kemiripan atribut. (Husna & Riyanto, 2024) menggunakan K-Means untuk mengelompokkan status gizi balita melalui pendekatan *Soft System Methodology*, dan hasilnya menunjukkan bahwa metode ini mampu mengidentifikasi pola gizi balita secara akurat. (Purwaningrum et al., 2021) mengelompokkan status gizi balita menggunakan variabel antropometri dan berhasil memetakan kelompok gizi secara tepat. (Dona & Rifqi, 2022) menerapkan K-Means untuk menentukan status gizi baik dan buruk pada balita di Kabupaten Rokan Hulu. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa klasterisasi menggunakan K-Means dapat membantu mengidentifikasi kelompok risiko secara lebih cepat dan tepat. bahkan memanfaatkan K-Means bersama K-Medoids untuk mengelompokkan kebutuhan makanan dengan tujuan meminimalkan deviasi standar angka kecukupan gizi. (Chandra et al., 2021)

Klasterisasi dalam Bidang Gizi dan Kesehatan

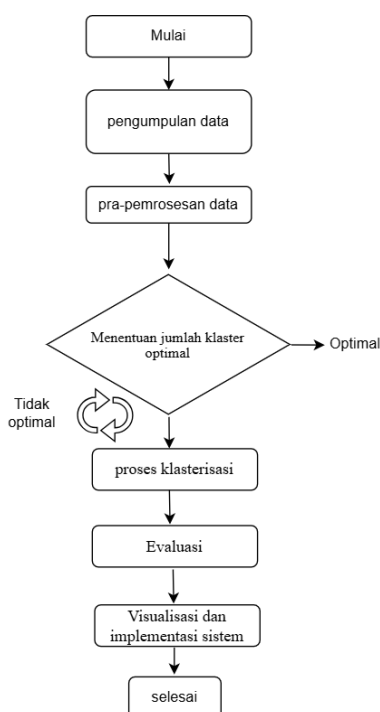
Berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa klasterisasi dapat digunakan untuk menganalisis permasalahan gizi dalam skala yang lebih luas. melakukan klasterisasi kabupaten/kota di Jawa Barat menggunakan algoritma K-Means dan K-Medoids untuk memetakan daerah dengan kasus gizi buruk. (Nasution et al., 2020) Hasil penelitian tersebut dapat menjadi dasar bagi pemerintah dalam merancang strategi intervensi yang lebih efektif.

Secara keseluruhan, penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode klasterisasi seperti K-Means memiliki potensi besar dalam analisis data kesehatan dan pangan. Metode ini dapat membantu mengidentifikasi kelompok atau pola tertentu dalam data gizi sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen komputasi untuk menganalisis proses pengelompokan jenis makanan berdasarkan kandungan gizi. Tujuan utama dari metode ini adalah menghasilkan klaster yang mampu merepresentasikan keterkaitan antaratribut gizi secara akurat. Proses analisis dilakukan dengan algoritma K-Means, sebagaimana digunakan dalam sejumlah penelitian terkait pengelompokan data gizi dan Kesehatan.(Husna & Riyanto, 2024; Purwaningrum et al., 2021) Model ini dipilih karena dinilai efektif untuk mengidentifikasi pola pada data numerik berskala besar.

Tahapan penelitian dilakukan melalui beberapa langkah yang mencakup pengumpulan data, pra-pemrosesan, menentukan jumlah klaster optimal, proses klasterisasi, evaluasi, hingga visualisasi hasil. Alur penelitian mengacu pada struktur penelitian terdahulu mengenai pemanfaatan K-Means dalam analisis gizi dan kebutuhan pangan.(Husna & Riyanto, 2024) Berikut tahapan -tahapan yang ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Pengumpulan Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder dari dataset *Food Composition* yang bersumber dari platform Kaggle. Dataset ini berisi informasi mengenai berbagai jenis makanan beserta komposisi gizinya.

Tabel berikut menampilkan ringkasan atribut yang terdapat dalam dataset:

Tabel 1. Deskripsi Dataset

No	Nama Kolom	Deskripsi
1	Public Food Key	Kunci unik untuk setiap data makanan
2	Food Profile ID	Identitas profil data makanan
3	Derivation	Sumber atau metode perolehan data
4	Food Name	Nama makanan
5	Food Description	Deskripsi singkat mengenai makanan (judul dataset Food Composition)
6	Sampling Details	Detail pengambilan sampel makanan
7	Nitrogen Factor	Kandungan protein dalam bentuk faktor nitrogen
8	Fat Factor	Kandungan lemak dalam makanan
9	Specific Gravity	Berat jenis atau kepadatan makanan
10	Analysed Portion	Bagian makanan yang dianalisis
11	Unanalysed Portion	Bagian makanan yang tidak dianalisis
12	Classification	Kategori makanan berdasarkan jenisnya
13	Classification Name	Nama kategori klasifikasi makanan

Pra-Pemrosesan Data

Pra-pemrosesan bertujuan untuk memastikan data berada dalam kondisi optimal sebelum proses klasterisasi. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi:

a. Pemilihan Fitur

Fitur yang relevan dengan tujuan penelitian dipilih berdasarkan signifikansi dalam analisis kandungan gizi. Atribut yang digunakan adalah Nitrogen Factor, Fat Factor, dan Specific Gravity.

b. Penanganan Missing Values

Nilai kosong pada data digantikan menggunakan metode imputasi mean untuk menjaga konsistensi dataset dan menghindari potensi bias dalam perhitungan jarak antar data. Berikut tabel hasil identifikasi missing values.

Tabel 2. Hasil Missing Values

Kolom	Jumlah missing values
Public FoodKey	0
Food Profile ID	0

Derivation	0
Food Name	0
Food Description	0
Sampling Details	0
Nitrogen Factor	0
Fat Factor	0
Specific Gravity	0
Analysed Portion	0
Unanalysed Portion	0
Classification	0
Classification name	0

c. Standardisasi Data

Proses standardisasi dilakukan menggunakan *StandardScaler* agar setiap atribut memiliki skala yang sebanding, sehingga algoritma K-Means dapat menghitung jarak secara lebih akurat. Tahapan ini merupakan praktik umum dalam penelitian klasterisasi berbasis data numerik (Husna & Riyanto, 2021; Anjariansyah & Triayudi, 2022).

Menentukan Jumlah Klaster Optimal

Penentuan jumlah klaster dilakukan menggunakan metode Elbow. Metode ini mengamati titik perubahan signifikan pada grafik hubungan antara jumlah klaster (K) dan nilai Within-Cluster Sum of Squares (WCSS). Titik siku mengindikasikan jumlah klaster paling optimal. Berdasarkan hasil pengujian, nilai K = 3 dipilih sebagai jumlah klaster terbaik, sejalan dengan pendekatan yang juga digunakan oleh penelitian klasterisasi gizi sejenis. (Husna & Riyanto, 2024; Purwaningrum et al., 2021)

Proses Klasterisasi

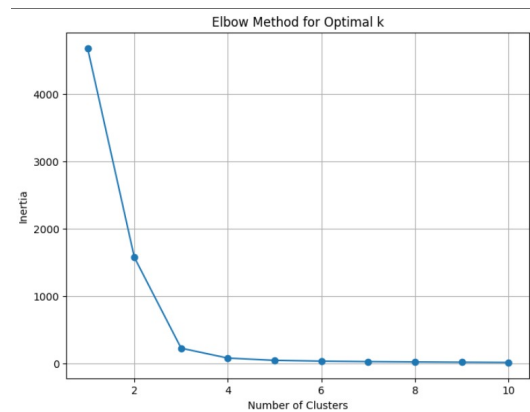
Setelah menentukan jumlah klaster, proses klasterisasi dilakukan dengan algoritma K-Means. Algoritma ini menginisialisasi centroid secara acak, kemudian mengelompokkan data ke dalam klaster berdasarkan jarak Euclidean. Posisi centroid diperbarui secara iteratif hingga mencapai kondisi stabil. Melalui proses tersebut, data makanan terbagi menjadi tiga klaster utama yang memiliki karakteristik gizi berbeda. Pola klasterisasi ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang mengelompokkan data gizi baik pada individu maupun wilayah tertentu. (Dona & Rifqi, 2022)

Evaluasi

Metode Elbow (Siku) adalah teknik yang digunakan untuk menentukan jumlah cluster optimal dalam algoritma pengelompokan (clustering) dengan cara memvisualisasikan hasil perhitungan Sum of Squared Errors (SSE), yaitu total kuadrat jarak antara

setiap titik data dan pusat cluster-nya, untuk berbagai nilai.

Secara matematis, dirumuskan Semakin banyak jumlah cluster yang digunakan, secara alami nilai SSE akan semakin kecil karena setiap titik data akan lebih dekat dengan pusat clusternya, dan jumlah cluster optimal dipilih pada titik di grafik yang membentuk "siku" yang jelas, menunjukkan penurunan nilai SSE yang signifikan mulai melandai. (Virantika et al., 2022).



Gambar 2. Hasil Method Elbow

Visualisasi dan Implementasi Sistem

Hasil klasterisasi divisualisasikan menggunakan metode Principal Component Analysis (PCA) agar data dapat ditampilkan dalam dua dimensi. Visualisasi ini mempermudah proses interpretasi pembagian klaster dan pola penyebarannya.

Selanjutnya, hasil analisis diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan *Streamlit*. Implementasi ini memungkinkan pengguna untuk melihat hasil klasterisasi secara interaktif. Penggunaan platform interaktif selaras dengan pendekatan edukasi gizi yang menekankan kemudahan akses informasi bagi masyarakat (Chairani et al., 2023; Tampi, 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penerapan algoritma K-Means Clustering terhadap tiga variabel gizi, yaitu Nitrogen Factor, Fat Factor, dan Specific Gravity, diperoleh tiga klaster dengan karakteristik gizi yang berbeda. Penentuan jumlah klaster optimal dilakukan menggunakan metode Elbow, yang menunjukkan nilai K = 3 sebagai titik perubahan signifikan pada grafik Within-Cluster Sum of Squares (WCSS). Oleh karena itu, jumlah klaster terbaik yang digunakan dalam penelitian ini adalah tiga klaster (K = 3).

Setelah data melalui proses standardisasi dan diolah dengan algoritma K-Means, hasil klasterisasi menunjukkan pembagian data makanan ke dalam tiga kelompok utama, yaitu:

1. Cluster 0

Klaster ini terdiri dari makanan dengan nilai Nitrogen Factor dan Fat Factor yang relatif tinggi, namun memiliki Specific Gravity rendah. Hal ini menunjukkan bahwa kelompok ini mencakup makanan dengan kandungan protein dan lemak tinggi tetapi densitas bahan lebih rendah, kemungkinan termasuk makanan ringan atau produk tinggi energi tetapi kurang padat secara fisik.

2. Cluster 1

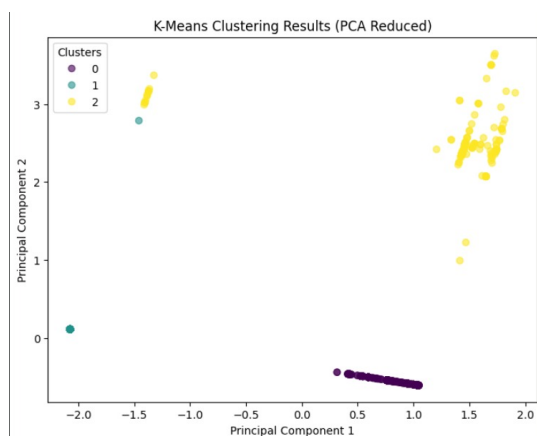
Klaster ini berisi makanan dengan nilai Nitrogen Factor, Fat Factor, dan Specific Gravity yang rendah atau mendekati nol. Karakteristik tersebut menggambarkan kelompok makanan dengan kandungan gizi yang rendah dan densitas yang ringan.

3. Cluster 2

Klaster ini memiliki nilai Nitrogen Factor dan Fat Factor yang tinggi seperti pada Cluster 0, namun Specific Gravity jauh lebih besar. Dengan demikian, kelompok ini mewakili makanan dengan kandungan gizi tinggi dan densitas bahan yang padat, seperti makanan sumber protein dan lemak kompleks.

Visualisasi dan Analisis Klaster (PCA)

Untuk mempermudah pemahaman terhadap hasil klasterisasi, dilakukan proses reduksi dimensi menggunakan Principal Component Analysis (PCA). Visualisasi hasil PCA dua dimensi memperlihatkan bahwa ketiga klaster yang terbentuk memiliki batas pemisah yang cukup jelas. Setiap titik data pada grafik PCA merepresentasikan satu jenis makanan, sedangkan warna menunjukkan keanggotaan klaster. Visualisasi ini memperkuat hasil sebelumnya bahwa algoritma K-Means berhasil mengelompokkan makanan berdasarkan kemiripan nilai gizi secara efektif.

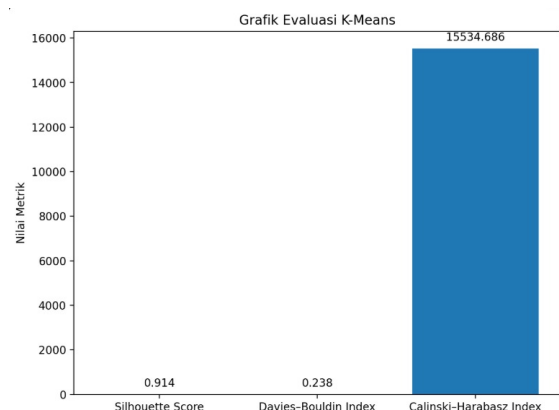


Gambar 3. Hasil K-Means Clustering

Selain itu, analisis nilai explained variance dari PCA menunjukkan bahwa dua komponen utama yang digunakan dalam visualisasi mampu menjelaskan sekitar 82% variasi data asli, sehingga visualisasi yang dihasilkan tetap representatif terhadap struktur data yang sesungguhnya.

Hasil Evaluasi

Validitas klasterisasi yang dihasilkan oleh algoritma K-Means dievaluasi menggunakan empat metrik internal utama untuk mengukur kohesi dan separasi klaster. Hasil evaluasi disajikan dalam gambar berikut:



Gambar 4. Hasil Evaluasi

Secara keseluruhan, model klasterisasi menunjukkan kinerja yang optimal berdasarkan metrik validitas internal. Hal ini ditunjukkan oleh Skor Siluet sebesar 0.9138. Nilai ini sangat mendekati +1, mengindikasikan bahwa setiap titik data terklasifikasi dengan baik dalam klaster-nya dan memiliki separasi yang signifikan dari klaster tetangga terdekat. Kualitas model diperkuat oleh dua metrik lain, yaitu Indeks Davies-Bouldin (DBI) sebesar 0.2378 dan Indeks Calinski-Harabasz (CHI) sebesar 15534.6860. Nilai DBI yang sangat rendah membuktikan bahwa klaster-klaster memiliki dispersi internal yang minimum (padat) sekaligus terpisah jauh satu sama lain. Sejalan dengan ini, nilai CHI yang tinggi mengkonfirmasi bahwa rasio variansi antar klaster jauh lebih besar dibandingkan variansi di dalam klaster, yang merupakan indikasi struktur klaster yang sangat stabil dan valid. Dengan Inersia yang relatif rendah (223.6194), kohesi internal klaster juga terbukti kuat. Berdasarkan bukti kuantitatif dari seluruh metrik ini, model klasterisasi dianggap andal dan hasil pengelompokannya layak digunakan sebagai dasar untuk Analisis Gizi dan Kebutuhan Pangan pada sub-bab selanjutnya.

Pembahasan dan Implikasi Sistem

Berdasarkan hasil yang diperoleh, sistem segmentasi gizi yang dikembangkan telah berhasil mengelompokkan berbagai jenis makanan ke dalam tiga kategori utama berdasarkan karakteristik gizinya. Hasil klasterisasi ini dapat membantu pengguna seperti ahli gizi, konsumen, maupun lembaga pangan untuk mengidentifikasi kelompok makanan berdasarkan profil makronutrien dan densitas bahan. Integrasi hasil pengelompokan ke dalam aplikasi berbasis Streamlit juga memberikan nilai tambah, karena memungkinkan pengguna berinteraksi langsung dengan data dan melihat hasil pengelompokan secara visual.

Fitur interaktif pada aplikasi ini dapat menampilkan hasil klasterisasi dalam bentuk grafik dan tabel, yang mempermudah pengguna non-teknis dalam memahami hubungan antarjenis makanan berdasarkan nilai gizinya. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Aplikasi

Sistem ini dapat menjadi sarana edukasi digital yang informatif bagi masyarakat dalam mengenal pola makan seimbang. Selain itu, pendekatan ini juga dapat diperluas untuk membantu ahli gizi dalam merancang menu diet tertentu, seperti diet tinggi protein, rendah lemak, atau makanan padat energi.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, yaitu penggunaan hanya tiga atribut gizi utama serta dataset yang bersifat umum. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan agar penelitian mencakup lebih banyak variabel gizi, seperti karbohidrat, serat, mineral, dan vitamin, serta membandingkan performa metode K-Means dengan algoritma lain seperti DBSCAN atau Hierarchical Clustering guna memperoleh segmentasi gizi yang lebih akurat dan interpretatif.

KESIMPULAN

Penelitian ini secara keseluruhan menghasilkan sistem segmentasi jenis makanan berbasis web yang mampu mengelompokkan makanan berdasarkan kandungan gizinya menggunakan algoritma K-Means. Dimulai dari identifikasi permasalahan terkait pentingnya edukasi gizi dan pemahaman komposisi makanan, penelitian ini memanfaatkan pendekatan data mining untuk mengolah dataset *Food Composition*

yang terdiri dari berbagai atribut nutrisi. Melalui proses pra-pemrosesan, standardisasi data, penentuan jumlah klaster optimal menggunakan *Elbow Method*, serta proses klasterisasi, penelitian ini berhasil membentuk tiga klaster utama berdasarkan *Nitrogen Factor*, *Fat Factor*, dan *Specific Gravity*. Visualisasi menggunakan Principal Component Analysis (PCA) menunjukkan pemisahan klaster yang jelas, menandakan bahwa model bekerja secara efektif dalam mengidentifikasi pola nutrisi antar makanan.

Implementasi hasil klasterisasi ke dalam aplikasi berbasis Streamlit memberikan nilai tambah berupa kemudahan akses dan interaksi bagi pengguna. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengunggah data, melihat hasil klasterisasi, serta memahami karakteristik tiap kelompok makanan melalui tampilan yang informatif dan interaktif. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa penerapan K-Means dapat menjadi alat bantu yang efektif dalam analisis kandungan gizi, edukasi nutrisi, serta pemahaman pola makan seimbang. Selain itu, hasil penelitian ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut, baik dari sisi penambahan variabel nutrisi, perbandingan algoritma lain, maupun peningkatan fitur aplikasi agar lebih bermanfaat bagi masyarakat dan tenaga kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A. (2020). Clustering Data Antropometri Balita Untuk Menentukan Status Gizi Balita Di Kelurahan Jumpat Rejo Sukodono Sidoarjo. *JATISI*, 7(3), 395-407.
- Amrynia, S. U., & Prameswari, G. N. (2022). Hubungan Pola Makan, Sedentary Lifestyle, dan Durasi Tidur dengan Kejadian Gizi Lebih Pada Remaja (Studi Kasus di SMA Negeri 1 Demak). *Indonesian Journal of Public Health and Nutrition*, 2(1), 112–121. <https://doi.org/10.15294/ijphn.v2i1.52044>
- Ariyanto, A., Fatmawati, T. Y., & Efni, N. (2024). Hubungan Aktifitas Fisik, Kebiasaan Konsumsi Fast Food, Konsumsi Buah dan Sayur terhadap Obesitas pada Remaja. *Jurnal Akademika Baiturrahim Jambi*, 13(2), 270–276. <https://doi.org/10.36565/jab.v13i2.817>
- Chairani, A., Hadiwardjo, Y. H., Kristanti, M., Ramadhani, I., Prabarini, S., Kedokteran, F., Pembangunan, U., Veteran, N. ", Jakarta, ", Kelompok, D., & Remaja, G. (2024). Pentingnya Edukasi Gizi Seimbang dan Pengenalan Isi Piringku pada Siswa Remaja SMA Islam Kata Kunci. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2). <https://doi.org/10.33533/segara.v1i2>
- Chandra, M. D., Irawan, E., Saragih, I. S., Windarto, A. P., & Suhendro, D. (2021). Penerapan Algoritma K-Means dalam Mengelompokkan

- Balita yang Mengalami Gizi Buruk Menurut Provinsi. *BIOS : Jurnal Teknologi Informasi Dan Rekayasa Komputer*, 2(1), 30–38.
<https://doi.org/10.37148/bios.v2i1.19>
- Dona, D., & Rifqi, M. (2022). Penerapan Metode K-Means Clustering untuk Menentukan Status Gizi Baik dan Gizi Buruk pada Balita (Studi Kasus Kabupaten Rokan Hulu). *Rabit : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 7(2), 179–191.
<https://doi.org/10.36341/rabit.v7i2.2171>
- Husna, R., & Riyanto, V. (2024). Klasterisasi Status Gizi Balita Menggunakan Algoritma K-Means Melalui Pendekatan Soft System Methodology. *Jurnal TICOM: Technology of Information and Communication*, 13(1).
- Izah, N., Qudriani, M., & Furqoni, L. (2022). Pengaruh Kelas Balita Girang terhadap Peningkatan Status Gizi pada Balita Gizi Kurang, Buruk Dan Stunting. *JUMANTIK (Jurnal Ilmiah Penelitian Kesehatan)*, 7(4), 368.
<https://doi.org/10.30829/jumantik.v7i4.12547>
- Nasution, I., Perdana Windarto, A., & Fauzan, M. (2020). Penerapan Algoritma K-Means Dalam Pengelompokan Data Penduduk Miskin Menurut Provinsi. *Technology and Science (BITS)*, 2(2), 76–83. <https://www.bps.go.id>.
- Purwaningrum, O., Putra, Y. Y., & Arifiyanti, A. A. (2021). Penentuan Kelompok Status Gizi Balita dengan Menggunakan Metode K-Means. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 15(2).
- Virantika, E., Kusnawi, K., & Ipmawati, J. (2022). Evaluasi Hasil Pengujian Tingkat Clusterisasi Penerapan Metode K-Means Dalam Menentukan Tingkat Penyebaran Covid-19 di Indonesia. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(3), 1657.
<https://doi.org/10.30865/mib.v6i3.4325>