

Penerapan Algoritma *K-Nearest Neighbors* dalam Sistem Rekomendasi Makanan Berdasarkan Kebutuhan Nutrisi dengan *Content-Based Filtering*

LUQYANA ZAKIYA ALMAS¹, YULIANA SUSANTI², SRI SULISTIOWATI HANDJAYANI³

^{1, 2, 3}Program Studi Statistika Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret, Indonesia

e-mail: luqyanaalmas@student.uns.ac.id

ABSTRAK

Pemenuhan nutrisi merupakan sebuah keharusan untuk menjaga kesehatan tubuh. Memahami manfaat nutrisi dan cairan dalam tubuh dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan serta mencegah berbagai penyakit yang disebabkan oleh kekurangan nutrisi atau bisa disebut malnutrisi. Malnutrisi merujuk pada kelebihan atau kurangnya nutrisi, tidak seimbang nutrisinya, atau masalah pemanfaatan nutrisi. Seiring berjalannya waktu, hal ini dapat meningkatkan risiko terjadinya beberapa penyakit dan gangguan kesehatan lainnya, seperti kelebihan berat badan atau obesitas, diabetes, atau beberapa penyakit tidak menular. Tujuan dari penelitian ini untuk membuat rekomendasi makanan berdasarkan kebutuhan nutrisi menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor dengan content-based filtering. Pada penelitian ini K-Nearest Neighbor digunakan untuk menghasilkan rekomendasi makanan terdekat sesuai dengan keinginan dan kebutuhan pengguna dengan menghitung Euclidean distance. Dengan memanfaatkan algoritma K-Nearest Neighbor dalam content-based filtering, penelitian ini berhasil menciptakan suatu sistem rekomendasi makanan yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi individu, termasuk pengguna yang sehat, memiliki alergi, dan riwayat diabetes. Hasil evaluasi model menunjukkan bahwa metode ini mampu memberikan rekomendasi makanan dengan tingkat kesalahan yang rendah, dengan melihat nilai Root Mean Square Error 18.75. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi dalam mendukung pemenuhan nutrisi yang tepat, serta memberikan arahan praktis bagi individu untuk menjaga kesehatan tubuh melalui pola makan yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Kata Kunci: Rekomendasi Makanan, *K-Nearest Neighbor*, *Content-Based Filtering*.

ABSTRACT

Fulfilling nutrition is a must to maintain a healthy body. Understanding the benefits of nutrition and fluids in the body can support growth and development and prevent various diseases caused by nutritional deficiencies or what can be called malnutrition. Malnutrition refers to excess or lack of nutrition, imbalance in nutrition, or problems with nutrient utilization. Over time, this can increase the risk of several diseases and other health problems, such as being overweight or obese, diabetes, or several non-infectious diseases. This research aims to make food recommendations based on nutritional needs using the K Nearest Neighbor algorithm with content-based filtering. In this research, K-Nearest Neighbor produces recommendations for the closest food according to the user's desires and needs by calculating Euclidean distance. By utilizing the deep K-Nearest Neighbor algorithm and content-based filtering, this research succeeded in creating a food recommendation system that can be customized by individual nutritional needs, including users who are healthy, have allergies, and have a history of diabetes. The model evaluation results show that this method can provide food recommendations with a low error rate by looking at the values Root Mean Square Error of 18.75. Thus, this research contributes to supporting the fulfillment of proper nutrition and providing practical direction for individuals to maintain body health through a diet that suits the user's needs.

Keywords: Food Recommendation, *K-Nearest Neighbor*, *Content-Based Filtering*.

1. PENDAHULUAN

Memahami manfaat nutrisi dan cairan dalam tubuh dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan serta mencegah berbagai penyakit yang disebabkan oleh kekurangan nutrisi. Tubuh membutuhkan asupan makanan untuk menjaga fungsi tubuhnya. Kebutuhan nutrisi ini berlaku sepanjang hidup manusia, tetapi jumlah nutrisi yang dibutuhkan tiap individu berbeda bergantung pada beberapa faktor seperti usia, jenis kelamin, aktivitas, dan lain-lain (Nopitasari & Heri, 2021).

Menurut World Health Organization (WHO) malnutrisi merujuk terhadap lebih atau kurangnya asupan nutrisi, tidak seimbang asupan nutrisi penting tubuh, atau gangguan tubuh dalam pemanfaatan nutrisi. Malnutrisi adalah suatu kondisi di mana kekurangan satu atau banyak nutrisi memiliki efek buruk pada sel, jaringan, organ, dan tubuh yang dipahami secara keseluruhan, yang dimanifestasikan dalam kemunduran fungsinya dan perubahan negatif pada gambaran klinis secara keseluruhan (Kobylińska, dkk., 2021). Beban ganda dari malnutrisi mencakup baik masalah kurang gizi maupun kelebihan berat badan atau obesitas, dan penyakit tidak menular yang terkait dengan pola makan. Dampak jangka pendek, malnutrisi dapat menyebabkan stres, kelelahan, dan kemampuan kerja menurun. Seiring berjalannya waktu, kelebihan atau kekurangan asupan nutrisi bagi tubuh dapat meningkatkan risiko terjadinya beberapa penyakit dan masalah kesehatan lainnya, seperti kelebihan berat badan atau obesitas, diabetes, atau beberapa penyakit tidak menular (PTM) (Kiani, dkk., 2022).

Upaya untuk mengedukasi orang tentang pola makan yang sehat dan membantu menemukan makanan yang sesuai untuk memenuhi kebutuhan gizi sangat penting. Pola makan yang seimbang dan penuh kesadaran yang kaya akan buah-buahan, sayuran, biji-bijian, protein tanpa lemak, dan lemak sehat dapat meningkatkan kesehatan fisik, mengurangi risiko penyakit kronis, dan meningkatkan kesehatan mental (Khan, 2023). Memilih makanan dengan keseimbangan yang tepat dapat memberikan tubuh nutrisi yang penting untuk berfungsi dengan baik. Salah satu inovasi yang menarik adalah penggunaan sistem rekomendasi makanan dengan menerapkan algoritma KNN. Penerapan algoritma KNN dalam sistem rekomendasi bertujuan untuk membuat rekomendasi makanan kepada pengguna berdasarkan kesamaan antara item atau data dalam dataset. KNN digunakan untuk menemukan item yang memiliki kemiripan paling dekat dengan item yang sudah disukai atau dinilai oleh pengguna (Yadav, *et al.* 2023).

Penerapan algoritma KNN dalam sistem rekomendasi makanan berdasarkan kebutuhan nutrisi dengan metode *content-based filtering* adalah pendekatan yang memanfaatkan KNN dalam memberikan rekomendasi makanan yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi individu. Dalam sistem ini, data makanan direpresentasikan sebagai vektor fitur yang mencakup atribut nutrisi seperti kalori, protein, lemak, karbohidrat, dan serat. Algoritma KNN digunakan untuk mengukur kesamaan antara makanan berdasarkan atribut nutrisi ini. *Euclidean distance* dapat digunakan untuk mengukur seberapa mirip makanan satu dengan lainnya (Argina, A. M. 2020). Dengan mempertimbangkan kesamaan nutrisi, sistem rekomendasi dapat menawarkan makanan yang paling mirip dengan preferensi gizi pengguna.

Penelitian mengenai rekomendasi makanan berdasarkan gizi pernah dilakukan sebelumnya oleh Mawartika & Guntur (Mawartika & Guntur, 2021), menjelaskan tentang aplikasi sistem rekomendasi untuk memilih makanan berdasarkan nutrisi dengan metode *forward chaining*. Penelitian lainnya tentang klasifikasi asupan kalori menggunakan KNN pernah dilakukan sebelumnya oleh Azhar & Rosmala (Azhar & Rosmala, 2022), menjelaskan mengenai klasifikasi asupan kalori untuk diet dengan metode KNN. Pengaturan asupan kalori adalah faktor penting penyebab obesitas. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian selanjutnya dapat menggabungkan pendekatan KNN dengan *content-based filtering* untuk menghasilkan rekomendasi makanan yang lebih baik. Evaluasi dari model KNN dapat diuji dengan melihat nilai RMSE untuk memastikan keberhasilan sistem rekomendasi. Penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam membantu individu membuat pilihan makanan yang lebih sehat dan sesuai dengan kebutuhan nutrisi.

2. METODE PENELITIAN

Bagian ini memaparkan langkah-langkah dalam metodologi penelitian, yakni proses pengolahan data dan pembuatan rancangan algoritma KNN.

2.1 Deskripsi Data

Data dalam penelitian ini bersumber dari www.dapurumami.com yang menyediakan 987 resep makanan yang diambil pada bulan Juni 2023. Situs ini menyediakan informasi tentang berbagai jenis resep makanan serta nilai gizinya. Tabel 1. merupakan variabel atribut makanan yang digunakan. Pengumpulan data dilakukan melalui proses web scraping menggunakan ekstensi Google Chrome bernama Web Scraper. Data yang diperoleh disimpan dalam format csv.

Tabel 1. Variabel Penelitian

No	Variabel	Keterangan	Jenis Data
1	Makanan	Nama Makanan	<i>String</i>
2	Kalori	Jumlah Kalori dalam Makanan	<i>Numeric</i>
3	Protein	Kandungan Protein	<i>Numeric</i>
4	Lemak	Kandungan Lemak	<i>Numeric</i>
5	Serat	Kandungan Serat	<i>Numeric</i>
6	Bahan	Resep dan Bahan Makanan	<i>String</i>

2.2 Preprocessing

Proses ini merupakan tahap awal membersihkan dan merapikan data sebelum diolah lebih lanjut. Penelitian ini melakukan 2 tahap dalam preprocessing yaitu *case folding* dan pemetaan data. *Case folding* digunakan untuk mengubah teks menjadi *lowercase* agar format penulisan seragam. Pemetaan data dilakukan untuk menghubungkan nama makanan dengan informasi nutrisinya dalam bentuk kamus (*dictionary*), memudahkan pencarian informasi nutrisi berdasarkan nama makanan.

2.3 Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN)

Tujuan utama dari algoritma KNN yaitu mendapatkan objek baru berdasarkan jaraknya dengan beberapa tetangga terdekat. K-Nearest Neighbor (KNN) merupakan metode yang diterapkan dalam mengklasifikasikan objek berdasarkan data pembelajaran yang paling dekat dengan objek tersebut berdasarkan perbandingan antara data sebelumnya dan data saat ini (Ridho, dkk., 2020). Dalam penelitian ini objek merupakan nutrisi makanan yang merupakan kalori, protein, lemak, dan serat. Untuk mengukur jarak kedekatan diukur dengan beberapa cara salah satunya yaitu Euclidean distance. Berikut merupakan rumus yang dapat digunakan sebagaimana yang terlihat dalam persamaan (1).

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_k - y_k)^2} \tag{1}$$

Euclidean distance digunakan untuk menghitung jarak kemiripan antara data (Nishom, 2019). Rumus *Euclidean distance* dapat dilihat pada persamaan (1), D merupakan jarak *Euclidean distance* antar titik pada data latih x dan titik pada data uji y yang akan diklasifikasikan. Dalam rumus ini, x dan y masing-masing adalah vektor atribut dengan elemen-elemen x_1, x_2, \dots, x_i dan y_1, y_2, \dots, y_i , di mana k merepresentasikan jumlah atribut atau dimensi.

Untuk menghitung jarak *Euclidean* antara dua item yaitu sate ayam dan tom yum gong. Berdasarkan atribut-atribut yang diberikan, misalkan kalori, protein, karbohidrat, lemak, dan serat. Di sini, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 adalah atribut dari item pertama (sate ayam), sedangkan y_1, y_2, y_3, y_4, y_5 adalah atribut dari item kedua (tom yum gong). Untuk *Euclidean distance*, menghitung jarak antara dua titik menggunakan rumus berikut:

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + (x_3 - y_3)^2 + (x_4 - y_4)^2 + (x_5 - y_5)^2}.$$

Dalam penelitian ini seluruh data nutrisi makanan akan dilatih kedalam jarak *euclidean* dimana akan mendapatkan jarak satu sama lain. Selanjutnya data preferensi pengguna masuk dan akan

mendapatkan jarak terdekat terhadap seluruh data latih. Hasil rekomendasi akan sebanyak K yaitu 50. Pemilihan K tersebut dikarenakan semakin banyak rekomendasi akan semakin jauh jarak data tersebut terhadap data uji sehingga menjadi rekomendasi yang tidak relevan.

Berikut adalah langkah dalam menghitung KNN:

- Menghitung jarak *Euclidean* antara setiap data.
- Menentukan parameter K, yaitu 50 titik terdekat yang akan digunakan.
- Menghitung jarak *Euclidean* antara data preferensi dan data latih.
- Mengurutkan objek-objek berdasarkan jarak *Euclidean* dari yang terkecil hingga yang terbesar.
- Mengumpulkan kategori dari tetangga terdekat (disebut KNN).
- Dengan menggunakan kategori mayoritas dari tetangga terdekat, didapatkan prediksi nilai data uji yang telah dihitung.

2.4 Perhitungan *Basal Metabolic Rate* Pengguna

Kalori tubuh yang dibutuhkan manusia untuk melakukan aktivitas merupakan pengertian dari BMR. Kebutuhan BMR berbeda-beda pada setiap orang. Kalori ini berpengaruh pada asupan makanan. Penghitungan BMR dilakukan sebagai estimasi jumlah kalori yang dibutuhkan oleh pengguna untuk menjaga fungsi tubuh dasar. Terdapat batas maksimal dan minimal kalori yang harus dipenuhi. Faktor-faktor yang digunakan dalam perhitungan BMR seperti berat badan, tinggi, usia dan jenis kelamin. Maka dari itu BMR setiap individu akan berbeda (Utama, dkk., 2019). Persamaan untuk memperkirakan nilai BMR dapat ditemukan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Nilai BMR

Kelompok Umur (tahun)	BMR (kkal/hari)	
	Laki-laki	Perempuan
3-9	$22.7B + 495$	$22.5B + 499$
10-17	$17.5B + 651$	$12.2B + 746$
18-29	$15.3B + 679$	$14.7B + 496$
30-60	$11.6B + 879$	$8.7B + 829$
>60	$13.5B + 487$	$10.5B + 596$

Keterangan : B = Berat badan dalam kg

Selain itu, rumus yang dikembangkan oleh Harris-Benedict (Harris & Benedict, 1918), dapat digunakan untuk menghitung nilai BMR. Rumus ini memperhitungkan berat badan, tinggi badan, umur, dan perbedaan berdasarkan jenis kelamin.

Rumus BMR:

$$W = 66.473 + 13.752B + 5.003T - 6.755U \text{ (laki - laki)} \quad (2)$$

$$W = 655.096 + 9.563B + 1.850T - 4.676U \text{ (wanita)} \quad (3)$$

dengan

W : jumlah energi 24 jam (kalori)

B : berat badan (kg)

T : tinggi badan (cm)

U : umur (tahun)

2.5 Sistem Rekomendasi dengan *Content-Based Filtering*

Sistem rekomendasi telah berkembang menjadi alat yang efektif untuk menyaring informasi, yaitu memilih produk yang mungkin menarik bagi pengguna. Beberapa faktor yang dapat memengaruhi keputusan sistem dalam memberi rekomendasi kepada pengguna termasuk perilaku pengguna, deskripsi item, dan preferensi dan kebiasaan dari sekelompok pengguna yang memiliki kemiripan dalam menilai suatu item (Shao, dkk., 2021). Salah satu jenis rekomendasi yaitu *content-based filtering*. *Content-based filtering* memberikan rekomendasi yang dipersonalisasi kepada pengguna berdasarkan interaksi mereka sebelumnya dengan konten di

platform. Hal ini dapat meningkatkan keterlibatan dan kepuasan dengan memastikan bahwa pengguna melihat konten yang relevan dengan minat mereka (Hashim & Waden, 2023).

Content-based filtering adalah pendekatan dalam sistem rekomendasi yang relevan ketika ingin merekomendasikan makanan berdasarkan kebutuhan nutrisi individu. *Content-based filtering* menggunakan informasi mengenai atribut nutrisi dari makanan, seperti karbohidrat, protein, lemak, dan serat, sebagai fitur penting. Sistem ini memahami preferensi nutrisi pengguna, seperti kebutuhan kalori harian atau preferensi tertentu, ketika pengguna memiliki alergi atau mempunyai riwayat penyakit diabetes.

2.6 Root Mean Square Error (RMSE)

Root Mean Square Error (RMSE) adalah metrik yang digunakan untuk mengukur sejauh mana tingkat kesalahan dalam hasil prediksi suatu model. RMSE memberikan gambaran tentang seberapa baik model dapat memprediksi nilai aktual dengan memperhitungkan perbedaan antara nilai prediksi dan nilai sebenarnya. Semakin kecil nilai RMSE, semakin akurat prediksi model tersebut (Hodson, 2022).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x-y)^2}{n}} \tag{4}$$

Persamaan (4), x mewakili nilai-nilai hasil prediksi, y mewakili nilai-nilai sebenarnya, dan n adalah jumlah observasi atau data. RMSE dihitung dengan mengambil akar kuadrat dari kuadrat selisih antara nilai sebenarnya dan prediksi.

2.7 Rekomendasi Makanan untuk Pengguna

Penelitian ini terdapat tiga kategori kondisi pengguna yang dapat direkomendasikan makanan. Pertama merupakan kondisi pengguna sehat dimana sistem menyaring makanan yang aman untuk dikonsumsi oleh pengguna yang tidak memiliki riwayat alergi maupun penyakit tertentu. Daftar rekomendasi disesuaikan dengan informasi BMR yang dimasukkan oleh pengguna. Kedua merupakan pengguna yang memiliki alergi dimana daftar rekomendasi akan disesuaikan dengan informasi alergi dari pengguna. Ketiga yaitu pengguna yang memiliki riwayat diabetes, sistem akan memberikan batasan kalori pada makanan yang akan direkomendasikan dimana makanan dengan kalori lebih dari 1500 kkal dihapus dari daftar rekomendasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini akan mengulas hasil uji coba terhadap sistem yang telah dikembangkan serta evaluasi kinerja sistem.

3.1 Perancangan Model KNN

Pemodelan KNN diawali dengan *input user preference* seperti makanan yang diinginkan, ada atau tidaknya alergi, berat badan, tinggi badan, umur, gender dan riwayat diabetes. Tujuannya adalah untuk mengetahui kebutuhan dari gizi seseorang yang ingin diberikan rekomendasinya. Berikut merupakan Tabel 3. kondisi pengguna yang memiliki alergi dan riwayat diabetes.

Tabel 3. Contoh Keadaan Pengguna Dengan Riwayat Diabetes

Pertanyaan	Jawaban
Makanan yang diinginkan	Sate Ayam
Alergi	Udang
Berat badan	60
Tinggi badan	153
Umur	50
Jenis kelamin	Perempuan
Riwayat diabetes	Ada

3.2 Evaluasi Model dengan RMSE

Evaluasi model akan dilakukan dengan melihat jarak dari kedekatan makanan yang diukur menggunakan beberapa jarak dengan melihat RMSE. Hasil RMSE dihitung antara makanan yang diinginkan dengan satu persatu makanan yang telah direkomendasikan lainnya yaitu sebanyak

49 makanan. Setelah didapatkan RMSE dari setiap makanan dihitung rata-rata dari keseluruhan RMSE di setiap jarak yang pakai. Makanan yang digunakan dalam contoh ini yaitu sate ayam.

Tabel 4. RMSE dari Jarak yang Digunakan

	<i>Euclidean</i>	<i>Manhattan</i>	<i>cosine</i>
RMSE	18.758	24.851	201.711

Rata-rata RMSE yang didapat yaitu Euclidean distance dengan 18.75. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Euclidean distance lebih baik karena memiliki RMSE paling kecil (Ćalasana, dkk, 2020), sehingga dapat digunakan untuk merekomendasikan makanan dengan gizi terdekat.

3.3 Menghitung BMR Pengguna

Perhitungan ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi makanan yang tidak melebihi BMR user, sehingga sesuai dengan kebutuhan.

$$W = 655.096 + 9.563(60) + 1.850(153) - 4.676(50) = 1278.126 \text{ kkal}$$

Kebutuhan BMR pengguna yaitu sebesar 1278.126 kkal, artinya pengguna disarankan mengonsumsi makanan yang kalorinya tidak melebihi BMR atau kalori terlalu sedikit dalam satu hari, terlalu sedikit atau terlalu banyak kalori dapat menyebabkan masalah kesehatan, karena kalori juga penting untuk kelangsungan hidup (Gupta, 2020). Apabila terlalu banyak dapat berpotensi PTM yaitu obesitas, sedangkan apabila terlalu sedikit akan kekurangan asupan gizi bagi tubuh.

3.4 Rekomendasi Makanan untuk Pengguna

Hasil rekomendasi yang diperoleh dari keadaan pengguna yaitu sebanyak 50 makanan terdekat dari sate ayam. Tabel 5. merupakan 10 daftar makanan teratas yang direkomendasikan kepada pengguna dengan keadaan pengguna pada Tabel 3.

Tabel 5. Daftar Makanan Tanpa Alergi dan Diabetes

No	Makanan	Kalori
1.	Sate Ayam	316
2.	Tom Yum Goong	332
3.	Ayam Fillet Krispi	302
4.	Teriyaki Meatball With Mashed Potato	309
5.	Ikan Panggang Bumbu Ketumbar	309
6.	Ayam Goreng Lengkuas	293
7.	Tumis Kerang Saus Mentega	295
8.	Udang Saus Mentega	343
9.	Ikan Kembung Sambal Matah	288
10.	Bakwan Sayur Udang Rebon	326

Berikut ini hasil penyaringan yang mencakup kriteria pengguna dengan alergi seperti yang telah disebutkan pada Tabel 3. Hasil rekomendasi yang diperoleh dari keadaan pengguna yaitu sebanyak 45 makanan di mana telah dihapus 5 makanan yang mengandung udang karena pengguna memiliki alergi terhadap udang. Pola makan yang sehat adalah langkah pertama untuk mengurangi risiko diabetes melitus. Hal ini juga melibatkan pengendalian pilihan gaya hidup yang tepat untuk mencegah atau mengelola gejala penyakit agar tidak memburuk (Nafata, dkk., 2019). Kalori dari makanan tidak lebih dari 1500 kkal yang artinya aman terhadap penderita diabetes. Tabel 6. merupakan 10 daftar makanan teratas yang direkomendasikan kepada pengguna setelah dilakukan penyaringan alergi dan diabetes.

Tabel 6. Daftar Makanan dengan Alergi dan Diabetes

No.	Makanan	Kalori
1.	Sate Ayam	316
2	Ayam Fillet Krispi	302

No.	Makanan	Kalori
3	Teriyaki Meatball With Mashed Potato	309
4	Ikan Panggang Bumbu Ketumbar	309
5	Ayam Goreng Lengkuas	293
6.	Tumis Kerang Saus Mentega	295
7.	Daun Singkong Tabur	329
8.	Lele Crispy	290
9.	Brokoli Sapi Lada Hitam	342
10.	Sup Krim Ikan	289

Berdasarkan Tabel 5 dan 6 dapat dilihat terdapat perbedaan pada daftar makanan. Makanan nomor 8 yaitu Udang Saus Mentega pada Tabel 5. tidak ada dalam Tabel 6. Makanan tersebut mengandung udang yang merupakan alergi dari pengguna sehingga dihapus dari daftar. Jumlah kalori aman karena tidak melebihi BMR pengguna yaitu 1278.126 kkal dan batas 1500 kkal bagi penyandang diabetes.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Sistem rekomendasi makanan menggunakan metode KNN dengan content based-filtering memungkinkan pengguna untuk mendapatkan rekomendasi makanan yang sesuai dengan preferensi mereka dengan mempertimbangkan kandungan gizi. Penentuan rekomendasi dilakukan dengan mencari makanan yang memiliki karakteristik gizi yang mirip dengan preferensi pengguna, menggunakan Euclidean distance sebagai metrik jarak. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa penggunaan Euclidean distance menghasilkan akurasi paling kecil dengan RMSE sebesar 18.75, yang artinya cukup baik dalam memprediksi. Selain itu, sistem ini juga dapat mempertimbangkan kebutuhan gizi individual pengguna dan kondisi khusus seperti alergi atau riwayat diabetes. Dengan demikian, pengguna akan menerima rekomendasi makanan yang tidak hanya sesuai dengan preferensi mereka tetapi juga memperhitungkan aspek kesehatan dan kebutuhan gizi yang spesifik. Terdapat saran untuk penelitian selanjutnya yaitu membandingkan dengan metode sistem rekomendasi lainnya atau menggabungkan beberapa metode, lalu menambah keberagaman dataset sehingga variasi makanan yang direkomendasikan lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhar, R. M., & Rosmala, D. (2022). Klasifikasi Asupan Kalori Untuk Diet Menggunakan K-Nearest Neighbors Berbasis Android. Bandung: Itenas.
- Argina, A. M. (2020). Penerapan Metode Klasifikasi K-Nearest Neighbor pada Dataset Penderita Penyakit Diabetes. *Indonesian Journal of Data and Science*, 1(2), 29-33.
- Ćalasan, M., Aleem, S. H., & Zobaa, A. F. (2020). On the root mean square error (RMSE) calculation for parameter estimation of photovoltaic models: A novel exact analytical solution based on Lambert W function. *Energy Conversion and Management*, 210, 1-16.
- Gupta, P. K. (2020). Toxic Effects of Calories. i *Problem Solving Questions in Toxicology* (ss. 201-205). Cham: Springer.
- Harris, J. A., & Benedict, F. G. (1918). A Biometric Study of Human Basal Metabolism. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Washington.
- Hashim, S. Z., & Waden, J. (2023). Content-Based Filtering Algorithm in Social Media. *Wasit Journal of Computer and Mathematics Science*, 14-17.
- Hodson, T. O. (2022). Root-mean-square error (RMSE) or mean absolute error (MAE): when to use them or not. *Geoscientific Model Development*, XV(14), 5481-5487.

- Khan, A. A. (2023). Improving Health Through Diet. *DIET FACTOR (Journal of Nutritional and Food Sciences)*, IV(2).
- Kiani, A. K., Dhuli, K., Donato, K., Aquilanti, B., Velluti, V., Matera, G., . . . Bertelli, M. (2022). Main nutritional deficiencies. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 63(2S3), 93-101.
- Kobylińska, M., Antosik, K., Decyk, A., & Kurowska, K. (2021). Malnutrition in Obesity: Is It Possible? *Obesity Facts*, XV(1), 19-25.
- Mawartika, Y. E., & Guntur, M. (2021). Aplikasi Sistem Pakar Pemilihan Makanan Berdasarkan Kebutuhan Gizi Menggunakan Metode Forward Chaining. *Cogito Smart Journal*, VII(1), 96-110.
- Nafata, B. B., Akhmad Yusuf, & Muliadi. (2019). Penyusunan Menu Makanan Untuk Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 Tanpa Komplikasi Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Matematika Murni dan Terapan "epsilon"*, XIII(1), 24-35.
- Nishom, M. (2019). Perbandingan Akurasi Euclidean Distance, Minkowski Distance, dan Manhattan Distance pada Algoritma K-Means Clustering berbasis Chi-Square. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, IV(1), 20-24.
- Nopitasari, P. E., & Heri, M. (2021). Pemenuhan Nutrisi (The Fulfillment Of Nutrition): Literatur Review . *Jurnal Online Keperawatan Indonesia*, IV(1), 17-27.
- Ridho, L. A., Muharman, L., & Al, K. (2020). Optimization of distance formula in K-Nearest Neighbor method. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics (BEEI)*, IX(1), 326-338.
- Shao, B., Li, X., & Bian, G. (2021). A survey of research hotspots and frontier trends of recommendation systems from the perspective of knowledge graph. *Expert Systems* , 1-20.
- Utama, D. P., Sudarmaningtyas2, P., & Churniawan, A. D. (2019). Rancang Bangun Aplikasi Penjualan Makanan Sehat Berdasarkan Perhitungan Kalori Menggunakan BMR Pada Rumah Sakit Islam Jemursari. *Jurnal Sistem Informasi Universitas Dinamika (JSIKA)*, IX(3), 1-9.
- Yadav, K., Soni, H., & Pathik, N. (2023). Recommendation System Based on Double Ensemble Models using KNN-MF. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2023.0140566>.