Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi
Volume 26, Issue 01, Februari 2026, 342-354
Webite: https://ji.unbari.ac.id, E-Mail: jiubj.unbari@gmail.com
e-ISSN: 2549-4236 (Online), p-ISSN: 1411-8939 (Print), DOI: 10.33087/jiubj.v26i1.6383

Penerapan Algoritma *K-Means* untuk Pengelompokan Pola Konsumsi Energi di Tingkat Kabupaten/Kota

Muhammad Pazri Hasibuan, Helmi Fauzi Siregar
Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Asahan
Correspondenec: pazrihasibuan016@gmail.com, fauzi.helmi.hf@gmail.com

ABSTRAK
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengelompokkan tingkat konsumsi energi di berbagai kabupaten/kota di Indonesia menggunakan algoritma *K-Means Clustering*. Konsumsi energi pangan per kapita dijadikan indikator untuk menggambarkan kesejahteraan dan ketahanan pangan masyarakat. Permasalahan yang muncul adalah adanya perbedaan tingkat konsumsi energi antarwilayah yang cukup besar, sehingga diperlukan analisis berbasis data untuk memahami pola tersebut. Metode penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data dari sumber resmi nasional, kemudian diolah menggunakan algoritma *K-Means* untuk membentuk kelompok wilayah dengan karakteristik konsumsi yang mirip. Hasilnya menunjukkan bahwa wilayah dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu konsumsi energi rendah, sedang, dan tinggi. Sistem berbasis web yang dikembangkan juga membantu proses analisis menjadi lebih cepat, akurat, dan mudah dipahami. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam penyusunan kebijakan energi dan pangan yang lebih tepat dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Konsumsi Energi; *K-Means*; Data Mining; *Clustering.*

ABSTRACT
This study aims to analyze and classify energy consumption levels across districts and cities in Indonesia using the K-Means Clustering algorithm. Per capita food energy consumption serves as an indicator of community welfare and food security. The main issue addressed is the significant variation in energy consumption between regions, which requires data-based analysis to understand the patterns. Data from official national sources were processed using the K-Means algorithm to group areas with similar energy consumption characteristics. The results show three main categories: low, medium, and high energy consumption. The web-based system developed in this study helps make the analysis faster, more accurate, and easier to interpret. The findings are expected to support the formulation of more targeted and sustainable energy and food policies.

Keywords*: Energy Consumption; K-Means; Data Mining; Clustering.*

PENDAHULUAN

Ketersediaan energi yang cukup merupakan faktor kunci dalam menunjang pertumbuhan ekonomi dan kemajuan sosial di suatu daerah. Energi tidak hanya dibutuhkan untuk sektor industri dan transportasi, tetapi juga dalam proses produksi pangan, distribusi, hingga konsumsi di tingkat rumah tangga. Dalam konteks ini, energi pangan, yakni energi yang dikonsumsi oleh masyarakat melalui makanan—memiliki peran penting dalam mendukung ketahanan pangan, gizi masyarakat, dan produktivitas tenaga kerja. Konsumsi energi pangan per kapita menjadi salah satu indikator penting dalam mengukur tingkat kesejahteraan masyarakat serta status ketahanan pangan suatu wilayah. Konsumsi yang ideal mencerminkan terpenuhinya kebutuhan energi harian masyarakat, sementara konsumsi yang terlalu rendah dapat menjadi indikasi adanya persoalan akses pangan, gizi buruk, atau ketimpangan distribusi makanan. Di sisi lain, konsumsi yang terlalu tinggi juga bisa mengindikasikan pola makan yang tidak sehat atau inefisiensi dalam pemanfaatan sumber daya pangan.

Namun, permasalahan yang dihadapi saat ini adalah belum meratanya konsumsi energi pangan antar daerah. Beberapa wilayah menunjukkan tingkat konsumsi yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan wilayah lain, meskipun berada dalam satu provinsi atau bahkan kabupaten yang berdekatan. Hal ini bisa disebabkan oleh perbedaan dalam ketersediaan pangan, daya beli masyarakat, preferensi budaya, atau faktor-faktor struktural lainnya. Ketimpangan ini berpotensi menimbulkan kesenjangan gizi dan sosial yang lebih luas, serta menghambat upaya pemerintah dalam mencapai target pembangunan berkelanjutan (SDGs), khususnya pada tujuan menghapus kelaparan dan meningkatkan kesehatan. Dalam upaya merumuskan kebijakan ketahanan pangan yang lebih efektif dan tepat sasaran, analisis terhadap pola konsumsi energi pangan per kapita menjadi sangat krusial. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah dengan teknik data mining, khususnya algoritma K-Means Clustering, yang mampu mengelompokkan data berdasarkan kemiripan karakteristik.

Penelitian Maulidhia et al (2025) membuktikan bahwa algoritma K-Means efektif dalam mengelompokkan pola konsumsi listrik rumah tangga berdasarkan tingkat penggunaannya. Hasilnya memberikan manfaat dalam identifikasi perangkat boros energi dan perancangan strategi efisiensi energi. Demikian

pula, penelitian Nurjanah et al (2024) menggunakan algoritma yang sama untuk mengklasifikasikan tingkat pengangguran di Provinsi Jawa Barat. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode K-Means mampu memetakan wilayah-wilayah dengan karakteristik serupa secara efektif, dan hasilnya digunakan sebagai dasar dalam perumusan kebijakan ketenagakerjaan yang lebih terarah. Melihat keberhasilan pendekatan ini dalam berbagai sektor, penelitian ini mengambil pendekatan serupa namun dengan fokus yang berbeda, yaitu pada konsumsi energi pangan per kapita di tingkat kabupaten/kota. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan wilayah-wilayah berdasarkan pola konsumsi energi pangan per kapitanya dengan memanfaatkan algoritma K-Means. Dengan mengidentifikasi klaster-klaster wilayah yang memiliki pola konsumsi serupa, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang lebih jelas tentang variasi konsumsi energi pangan antar daerah.

Selain itu, hasil klasifikasi ini diharapkan menjadi masukan yang berharga dalam penyusunan kebijakan pangan yang lebih spesifik, berbasis data, efisien, dan berkelanjutan, baik dalam konteks intervensi gizi, distribusi pangan, maupun pengembangan program bantuan sosial. Dengan begitu, perencanaan pembangunan di bidang pangan dan gizi dapat diarahkan secara lebih tepat dan efektif sesuai dengan karakteristik wilayah masing-masing

METODE

Tahapan dalam penelitian ini diantaranya:

1. Pengumpulan Data. Pada tahap ini, peneliti melakukan pengumpulan data melalui studi pustaka dan observasi tidak langsung yang berkaitan dengan konsumsi energi. Dalam penelitian ini, data yang dianalisis berasal dari konsumsi energi per kapita secara nasional di Indonesia, yang diperoleh dari sumber resmi seperti Satu Data Indonesia.
2. Analisis. Tahapan ini berfokus pada proses analisis data dan perancangan pengelompokan berdasarkan permasalahan yang diteliti. Peneliti menggunakan algoritma K-Means untuk menganalisis data guna memperoleh hasil pengelompokan konsumsi energi per kapita pada tingkat Kabupaten/Kota. Selanjutnya, perancangan proses clustering dilakukan agar hasil yang diperolehs selaras dengan tujuan penelitian.
3. Menentukan Variabel. Sebelum data diolah, variabel-variabel yang akan digunakan untuk proses clustering ditentukan terlebih dahulu. Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan adalah tahun sebagai penanda waktu dan jumlah konsumsi energi per kapita sebagai indikator utama. Data tersebut selanjutnya akan dikelompokkan berdasarkan pola konsumsi yang terbentuk.
4. Pengolahan Data Menggunakan *Algoritma K-means*. Setelah variabel ditentukan, langkah selanjutnya adalah mengolah data menggunakan algoritma K-Means. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam *Algoritma K-means* ini meliputi:
   a. Menentukan jumlah cluster (K). Dalam penelitian ini, jumlah cluster ditentukan sebanyak K = 3.
   b. Memilih titik centroid awal secara acak sebanyak K. Titik ini berfungsi sebagai pusat awal dari masing-masing cluster.
   c. Lebel semua data berdasarkan titik centroid terdekat.
   d. Seluruh data diklasifikasikan berdasarkan kedekatannya dengan titik centroid tiap cluster. Perhitungan jarak ini biasanya menggunakan metode tertentu, dengan Euclidean distance sebagai standar default
   e. Menetapkan centroid baru berdasarkan hasil pengelompokan data. Centroid selanjutnya akan diposisikan pada lokasi rata-rata (pusat) dari masing-masing cluster yang terbentuk.
   f. Ulangi langka 4 dan langkah 5 sampai tidak ada pergerakkan lagi. Pada tahap ini, algoritma akan mencari lokasi centroid baru dan memberi label pada data berdasarkan centroid tersebut, hingga diperoleh hasil akhir, yang tidak ada lagi perpindahan centroid setiap cluster.
5. Implementasi dan pengujian. Pada tahap ini dilakukan implementasi dan pengujian data menggunakan bahasa pemrograman PHP. Proses ini bertujuan untuk memastikan model yang dirancang dapat diterapkan dapat diterapkan dalam penggunaan metode algoritma K-Means untuk mengelompokkan tingkat konsumsi energi per kapita di setiap kabupaten/kota. Dengan demikian, hasil analisis diharapkan dapat memberikan informasi yang relevan bagi pengambil kebijakan dan pihak terkait lainnya. Dalam sistem berbasis komputerisasi terdapat 2 komponen utama yang harus dipenuhi, yaitu spesifikasi *hardware* dan s*oftware* sebagai berikut:
   a. Satu unit PC dengan spesifkasi antara lain:
      1) Type : Acer Aspire 3
      2) Prosesor : Amda A4
      3) Memori : 8 Gb DDR4 L
      4) Ruang Penyimpan: 500 Gb HDD
   b. Perangkat lunak (*software*)
      1) Sistem Operasi *Windows* 10.
      2) Xampp.

Objek penelitian merupakan lokasi atau subjek tempat dilaksanakannya suatu penelitian. Keberadaan objek ini sangat berperan penting dalam proses pelaksanaan penelitian, karena melalui objek tersebut peneliti dapat memperoleh Data yang dibutuhkan untuk keperluan analisis. Pada penelitian ini, peneliti memilih objek berupa konsumsi energi pangan per kapita pada tingkat kabupaten/kota. Analisa informasi yang dilakukan penulis untuk menyelesaikan penelitian ini adalah menggunakan metode deskriptif. Dimana dengan metode ini kita dapat memecahkan masalah dengan

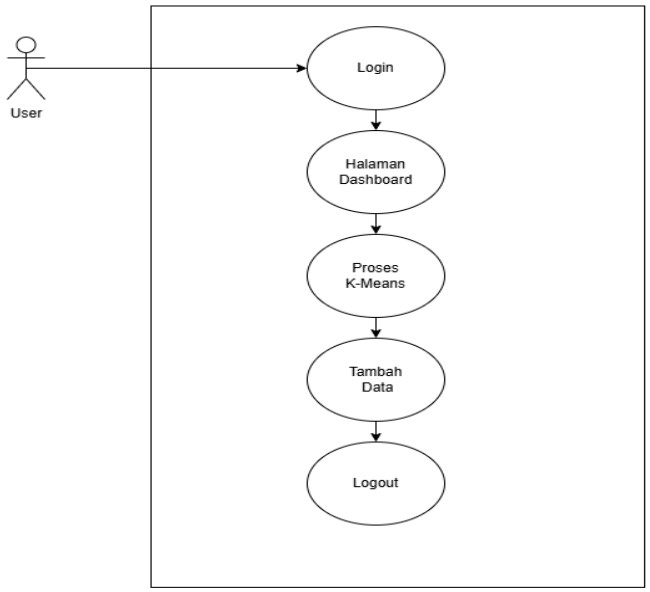
menggambarkan keadaan *subjek* ataupun *objek* berupa buku dan jurnal penelitian orang lain.

Dalam Merancang sistem ini, peneliti memakai UML (*Unified Modelling Language*) untuk menggambarkan alur sistem secara menyeluruh, mulai dari interkasi pengguna hingga aktivitas dan input yang terdapat pada sistem. Adapun UML yang digunakan adalah:

1. *Use Case Diagram.* Berfungsi untuk menampilkan hubungan antara aktor dengan sistem. Melalui *Use Case Diagram* ini dapat dilihat bagaimana setiap aktor berinteraksi sesuai peran dan hak akses yang dimiliki.
2. *Activity Diagram.* Digunakan untuk menggambarkan aliran aktivitas dalam sistem, diagram ini menunjukkan langkah-langkah kegiatan yang dilakukan secara berurutan hingga sistem menghasilkan keluaran.
3. *Class Diagram.* Dipakai untuk menjelaskan struktur logis sistem melalui kelas, atribut, metode, dan relasi antar kelas. Diagram ini menunjukkan komponen utama yang saling terhubung dan dapat dijadikan acuan dalam pembangunan perangkat lunak.
4. *Squence Diagram. Squence Diagram* digunakan untuk menguraikan proses interaksi antar objek yang berlangsung berdasarkan urutan waktu. Diagram ini memperlihatkan aliran pesan yang terjadi, mulai dari aksi yang dilakukan pengguna hingga respon yang diberikan sistem.

HASIL

Perancangan Sistem



Sumber: data olahan

Gambar 1
***Usecase* Diagram**

Use Case Diagram menggambarkan interaksi antara aktor (User) dengan sistem analisis energi menggunakan metode *K-Means clustering.*

Tabel 1
Identifikasi Aktor

Aktor	Keterangan
User	Pengguna sistem yang bertanggung jawab untuk mengelola dan menganalisis data energi (kkal) tingkat kabupaten. User memiliki hak akses penuh terhadap semua fitur sistem termasuk login, pengelolaan data, proses clustering, dan visualisasi hasil analisis.

Sumber: data olahan

Tabel 2
Identifikasi *Usecase*

Usecase	Keterangan
Login	Halaman Pertama Kali sistem diakses.
Halaman *Dashboard*	Halaman setelah login yang berisikan tombol untuk menambah data dan table hasil cluster.

Proses K-means	Merupakan menu yang berbentuk button untuk memproses data yang akan di cluster yang Dimana hasilnya akan tampil di halaman dashboard.
Tambah Data	Merupakan halaman untuk menambah data
Logout	Utuk keluar dari sistem dan Kembali ke halaman login

Sumber: data olahan

Tabel 3
Secenario Usecase Login

User	Sistem
1. User akses website	
	2. Sistem menampilkan halaman login
3. User input username dan password	
	4. Sitem verifikasi usernam dan password jika benak masuk ke halaman dashboard jika salah input ulang usernam dan password yang benar

Sumber: data olahan

Tabel 4
Secenario Usecase Dashboard

User	Sistem
1. User klik button tambah data	
	2. Sistem menampilkan form tambah data
3. User input data lali klik simpan	
	4. Sistem menyimpan data ke database dan menampilkan data

Sumber: data olahan

Tabel 5
s*ecenario Usecase* Proses *K-means*

User	Sistem
1. User klik button proses K-means	
	2. Sistem memproses perhitungan dan menampilkan data ke halaman dashboard
3. User melihat hasil cluster di halaman dashboar	

Sumber: data olahan

Tabel 6
***Secenario Usecase* Tambah Data**

User	Sistem
1. User klik menu tambah data	
	2. Sistem menampilkan form tambah data
3. User input data lali klik simpan	
	4. Sistem menyimpan data ke database dan menampilkan data

Sumber: data olahan

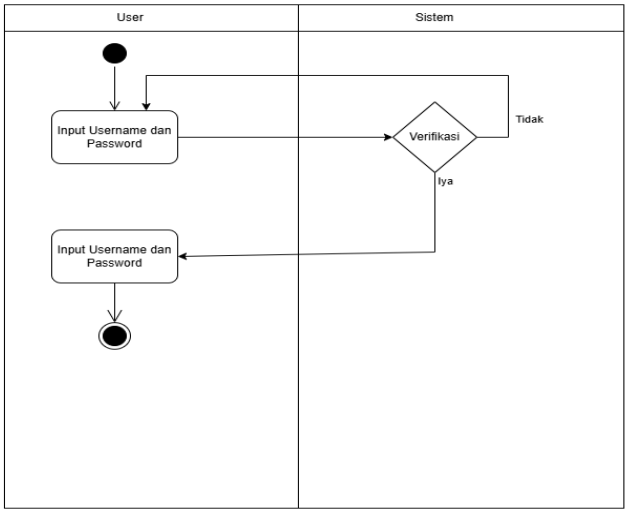
Tabel 7
Secenario Usecase Profil

User	Sistem
1. User klik menu profil	
	2. Sistem menampilkan halaman profil
3. User melihat data akun	

Sumber: data olahan

Activity Diagram

1. Activity Diagram Login

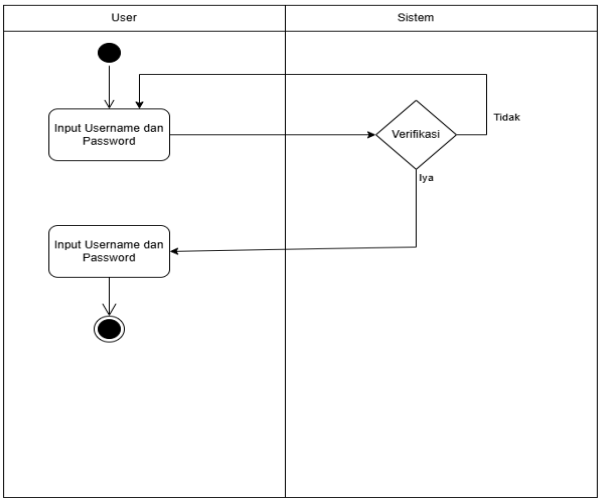


Sumber: data olahan

Gambar 2
Activity Diagram Login

Activity diagram proses login ini merepresentasikan alur interaksi terstruktur antara Pengguna dan Sistem, yang dimulai ketika Pengguna mengisi kredensial (username dan password) pada form yang ditampilkan oleh Sistem. Selanjutnya, Sistem akan memverifikasi kebenaran data tersebut, yang menghasilkan dua skenario: jika kredensial valid, Sistem akan mengarahkan Pengguna ke Halaman Beranda sebagai akhir yang sukses; namun jika tidak valid, Sistem akan menampilkan pesan error dan mengembalikan alur ke form login, membentuk sebuah siklus yang memungkinkan Pengguna untuk mengulangi proses hingga berhasil masuk. Dengan demikian, diagram ini tidak hanya menggambarkan alur ideal namun juga mekanisme penanganan kesalahan yang membuat sistem lebih robust dan user-friendly.

2. Activity Diagram Dashboard



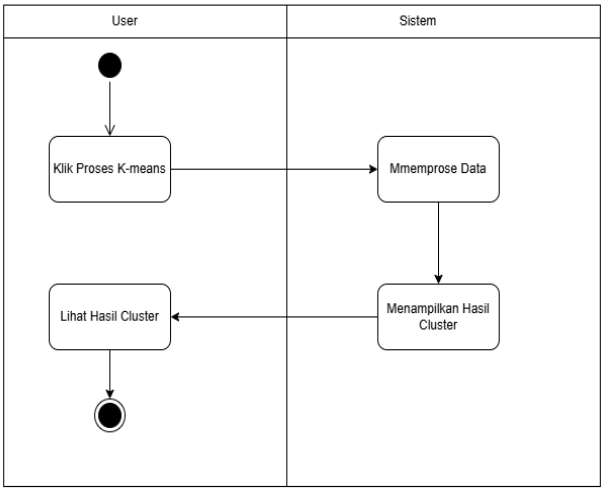
Sumber: data olahan

Gambar 4\3
Activity Diagram Dashboard

Activity diagram dashboard ini mengilustrasikan alur navigasi dan operasional pengguna setelah berhasil login, dimulai dari sistem yang menampilkan halaman dashboard utama. Dari sini, pengguna dapat memilih untuk menambah data dengan mengakses halaman form tambah data, dimana pengguna kemudian menginput data yang diperlukan dan menyimpannya; proses penyimpanan ini diakhiri dengan sistem yang menyimpan data tersebut ke dalam database dan secara otomatis mengarahkan pengguna kembali ke halaman dashboard. Diagram ini dengan jelas menunjukkan siklus interaksi yang lengkap—dari navigasi antarmuka, input data, hingga persistensi data—yang memastikan pengalaman pengguna yang lancar dan

terintegrasi dalam mengelola informasi melalui dashboard.

3. *Activity Diagram Proses K-Means*



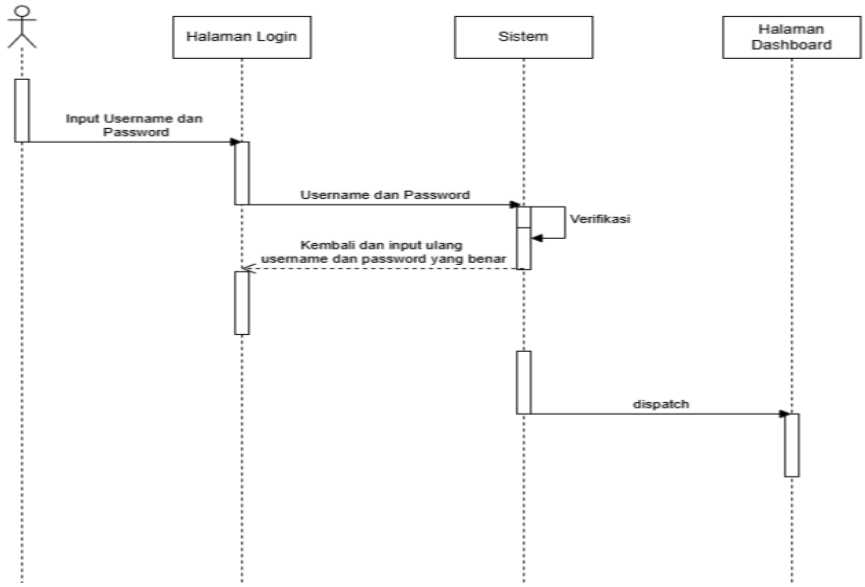
Sumber: data olahan

Gambar 4
Activity Diagram* proses *K-Means

Activity diagram proses K-Means ini menggambarkan alur eksekusi algoritma clustering yang dimulai ketika pengguna menginisiasi proses dengan mengklik menu atau tombol proses K-Means. Setelah menerima perintah tersebut, sistem akan melakukan pemrosesan data dengan menjalankan algoritma K-Means yang meliputi tahapan inisialisasi centroid, iterasi perhitungan jarak, dan penentuan cluster hingga konvergensi tercapai. Setelah proses komputasi selesai, sistem kemudian menampilkan hasil clustering dalam bentuk visualisasi atau tabel yang dapat dilihat dan dianalisis oleh pengguna, sehingga membentuk alur yang lengkap dari inisiasi proses hingga visualisasi hasil analisis data.

Squence Diagram

1. *Sequence Diagram Login*



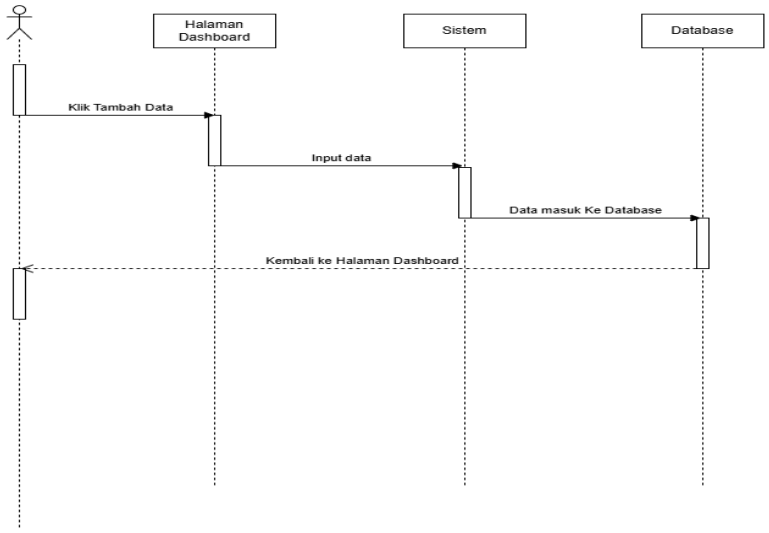
Sumber: data olahan

Gambar 5
Squence Diagram Login

Proses login dimulai ketika pengguna mengakses Halaman Login dan memasukkan kredensial berupa username dan password. Data tersebut kemudian dikirimkan kepada Sistem untuk dilakukan verifikasi. Apabila kredensial yang dimasukkan tidak valid, Sistem akan mengembalikan pesan kesalahan dan pengguna diberikan kesempatan untuk melakukan input ulang hingga data yang dimasukkan benar. Sebaliknya, jika

verifikasi berhasil, Sistem akan mengirimkan respons positif dan pengguna akan diarahkan menuju Halaman Dashboard, yang menandakan keberhasilan login dan akses ke fitur-fitur aplikasi. Melalui diagram ini, dapat dipahami bahwa mekanisme login tidak hanya melibatkan pertukaran data, tetapi juga proses validasi yang menjamin keamanan serta kelancaran interaksi antara pengguna dan sistem.

2. Sequence Diagram Dashboard

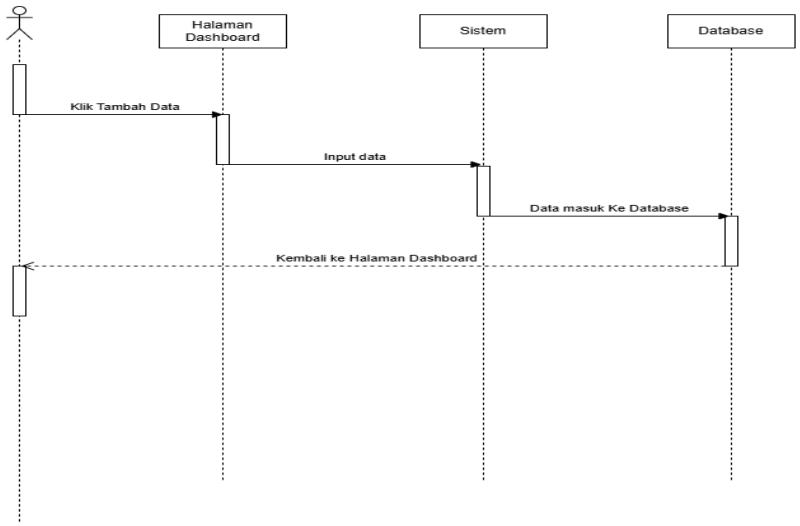


Sumber: data olahan

Gambar 6
Squence Diagram Dashboard

Halaman *Dashboard* diawali ketika pengguna melakukan aksi "Klik Tambah Data", yang kemudian memicu sistem untuk menampilkan formulir input. Pengguna mengisi informasi yang diperlukan ke dalam formulir tersebut, dan data yang telah diinput kemudian dikirimkan oleh sistem untuk disimpan ke dalam Database. Setelah proses penyimpanan berhasil diverifikasi, sistem akan mengarahkan pengguna kembali ke Halaman Dashboard, yang menandakan bahwa proses telah selesai secara lengkap dan data baru telah tercatat. Alur ini menggambarkan interaksi yang intuitif dan efisien antara pengguna, sistem, dan basis data, memastikan bahwa tugas penambahan data dapat diselesaikan dengan lancar dalam satu siklus yang terintegrasi.

3. *Sequence* Diagram Proses *K-Means*

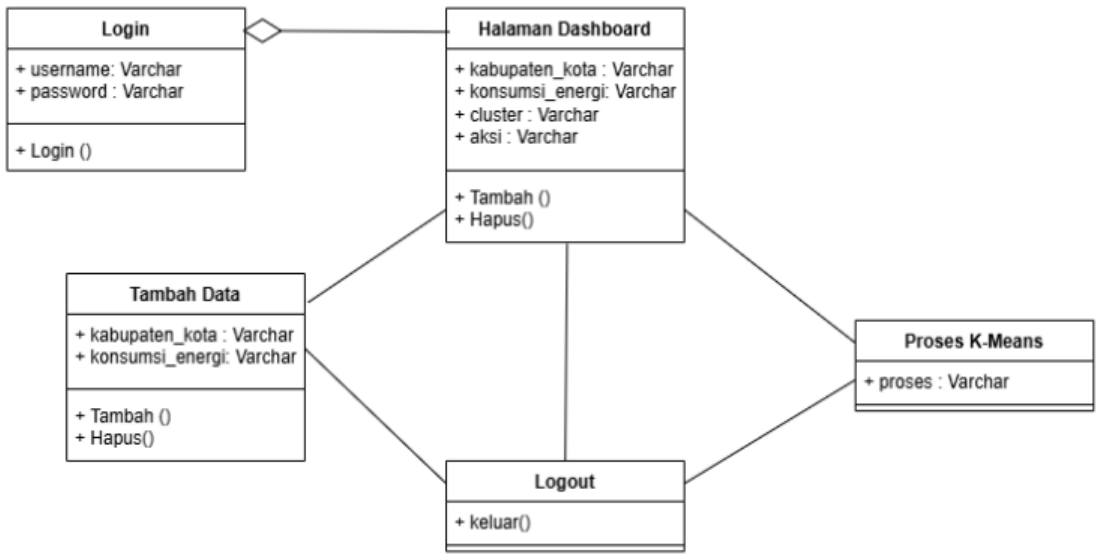


Sumber: data olahan

Gambar 7
Squence Diagram* Proses *K-Means

Proses algoritma K-Means di dalam sistem diawali ketika pengguna melakukan inisiasi dengan mengklik opsi "Proses K-means". Tindakan ini kemudian memerintahkan sistem untuk menjalankan serangkaian komputasi, dimulai dari pemrosesan data, perhitungan jarak data ke centroid, hingga pengelompokan data ke dalam cluster-cluster yang optimal berdasarkan kemiripan karakteristik. Setelah proses iterasi perhitungan tersebut selesai, sistem kemudian menyajikan hasil analisis cluster dalam bentuk visualisasi yang informatif dan mudah dipahami. Pengguna selanjutnya dapat melihat dan mengevaluasi hasil pengelompokan data tersebut, yang menggambarkan sebuah alur interaksi yang efisien dan terstruktur antara inisiatif pengguna dengan kemampuan komputasi sistem dalam menghasilkan insight dari data yang diproses.

Class Diagram



Sumber: data olahan

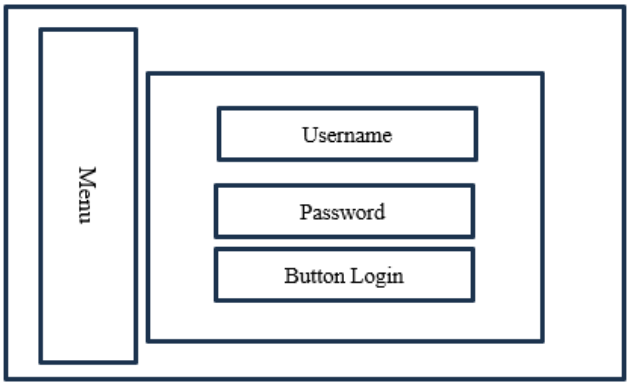
Gambar 8
Class diagram

Class diagram sistem ini memperlihatkan keterkaitan dan fungsi utama tiap komponen dalam pengelolaan data serta proses clustering. Class *User* menyimpan data pengguna dan menangani login–logout, sedangkan *AuthController* mengatur autentikasi dan sesi. Setelah berhasil masuk, pengguna diarahkan ke *Dashboard* yang menampilkan ringkasan data dan hasil clustering. Data energi per kabupaten dikelola oleh *DataController* melalui operasi CRUD pada *Database* dan direpresentasikan oleh *EnergyData*. Proses clustering dijalankan oleh *KMeansProcessor* yang melakukan inisialisasi centroid, pengelompokan data, dan penyimpanan hasil ke *ClusterResult*, sementara *Centroid* mewakili titik pusat tiap cluster. Seluruh aktivitas sistem berlangsung terintegrasi dari autentikasi hingga penyimpanan hasil analisis secara efisien.

Perancangan Antar Muka (Interface)

Dalam suatu sistem, elemen utama yang sangat penting adalah media interaksi antara pengguna dan sistem itu sendiri. Media ini berupa antarmuka (i*nterface*) yang mencakup struktur menu serta panel input untuk memasukkan data dan panel output untuk menampilkan data hasil pemrosesan. Dalam perancangannya, antarmuka sebaiknya dibuat sesederhana mungkin agar memudahkan pengguna dalam navigasi dan pengisian data tanpa kebingungan. Berikut ini adalah tampilan antarmuka pengguna dari sistem yang telah penulis rancang.

1. Rancangan Halaman Login. Ini merupakan gambar rancangan halaman login seperti Gambar 9.



Sumber: data olahan

Gambar 9
Rancangan Halaman *Login*

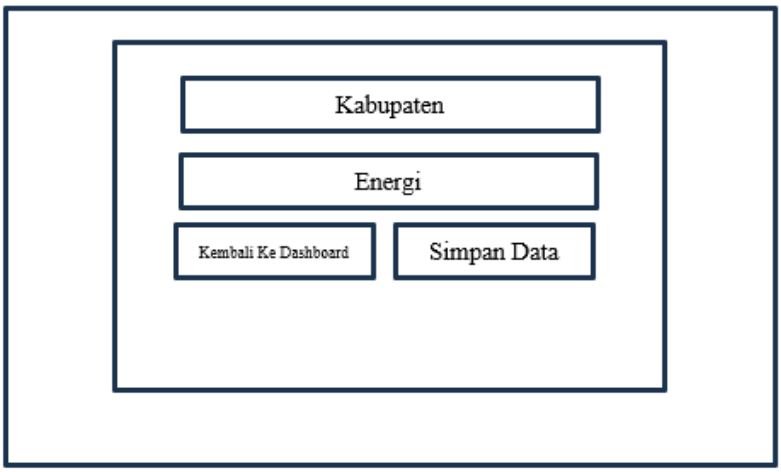
2. Rancangan Halaman *Dashboard*. Ini merupakan gambar rancangan halaman dashboard seperti Gambar 10.



Sumber: data olahan

Gambar 10
Rancangan Halaman Dashboard

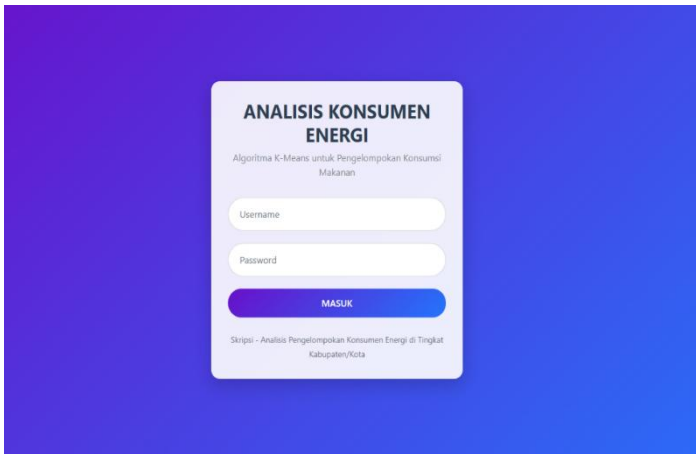
3. Rancangan Halaman Tambah Data. Ini merupakan gambar rancangan halaman dashboard seperti Gambar 11.



Sumber: data olahan

Gambar 11
Rancangan Halaman Tambah Data

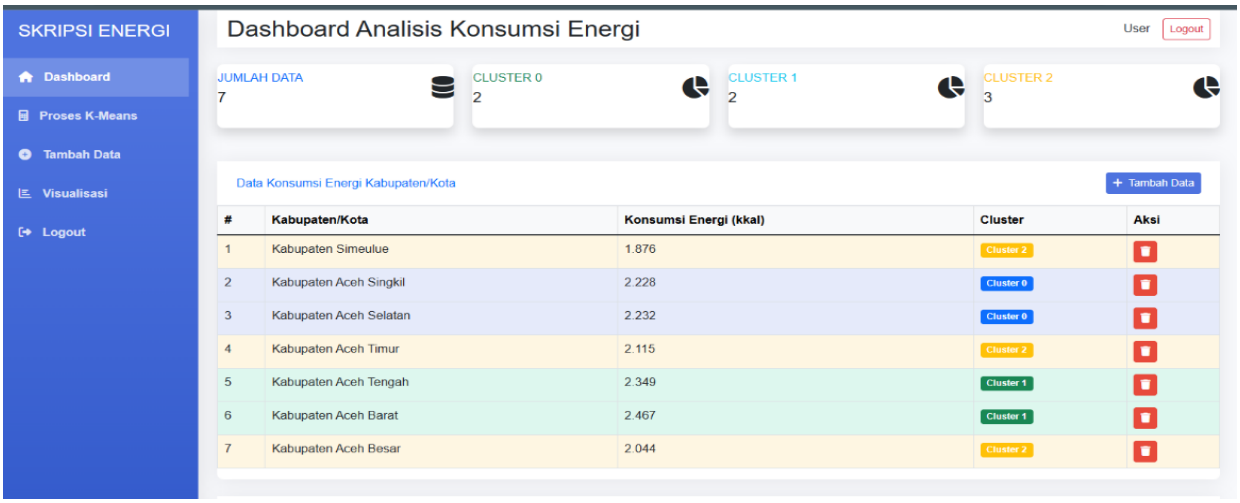
Implementasi Sistem



Sumber: data olahan

Gambar 12
Halaman Login

Halaman login sistem analisis konsumsi energi. Halaman ini merupakan gerbang akses utama bagi pengguna untuk masuk ke dalam sistem. Tampilan menggunakan desain modern dengan gradien warna ungu-biru sebagai latar belakang. Di tengah halaman terdapat panel login berwarna putih dengan judul "ANALISIS KONSUMEN ENERGI" dan subjudul "Algoritma K-Means untuk Pengelompokkan Konsumsi Makanan". Form login terdiri dari dua field input yaitu Username dan Password, serta tombol "MASUK" berwarna biru untuk melakukan autentikasi. Di bagian bawah panel terdapat informasi singkat tentang tujuan sistem yaitu "Skripsi - Analisis Pengelompokkan Konsumen Energi di Tingkat Kabupaten/Kota". Desain antarmuka ini mengutamakan kesederhanaan dan kemudahan penggunaan (user-friendly) sehingga pengguna dapat dengan mudah mengakses sistem.

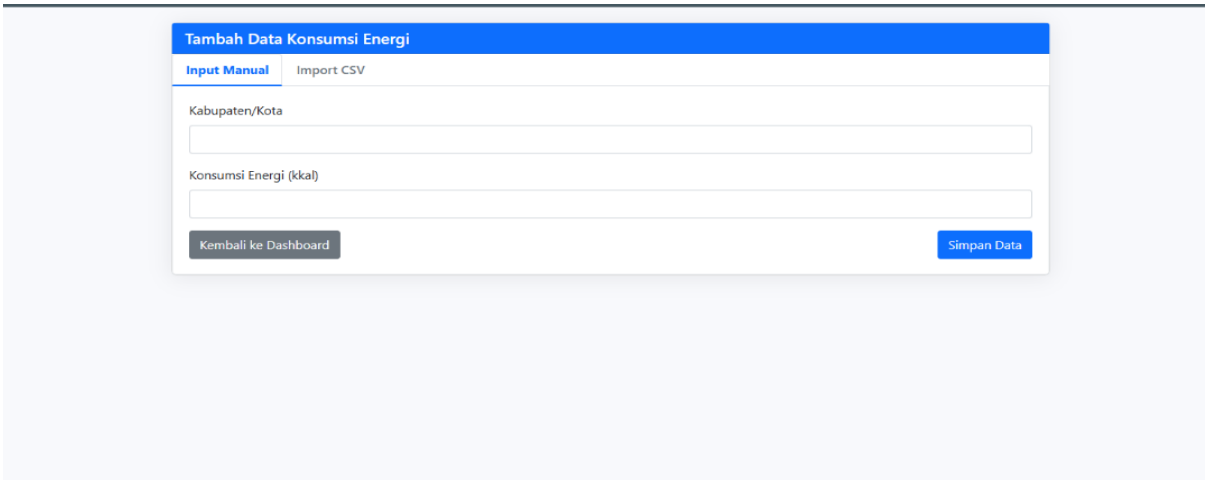


Sumber: data olahan

Gambar 13
Halaman *Dashboard*

Halaman dashboard yang merupakan halaman utama setelah pengguna berhasil login. Dashboard ini menampilkan hasil analisis clustering menggunakan algoritma K-Means. Pada bagian atas terdapat empat kartu informasi yang menampilkan jumlah total data (7 data) dan distribusi data pada setiap cluster (Cluster 0: 2 data, Cluster 1: 2 data, Cluster 2: 3 data). Sidebar navigasi di sebelah kiri berwarna biru dengan menu-menu seperti Dashboard, Proses K-Means, Tambah Data, Visualisasi, dan Logout. Bagian tengah dashboard menampilkan tabel "Data Konsumsi Energi Kabupaten/Kota" yang berisi 7 baris data dari berbagai kabupaten di Aceh beserta nilai konsumsi energi dalam satuan kkal. Setiap data telah dilabeli dengan cluster-nya menggunakan badge berwarna (biru untuk Cluster 0, hijau untuk Cluster 1, dan kuning untuk Cluster 2). Terdapat kolom aksi dengan ikon delete berwarna merah untuk menghapus data. Tombol "+ Tambah Data" di pojok kanan atas memungkinkan

pengguna menambahkan data baru. Dashboard ini memberikan overview yang komprehensif tentang hasil clustering dan memudahkan pengguna untuk mengelola data.



Sumber: data olahan

Gambar 14
Halaman Tambah Data

Halaman untuk menambahkan data konsumsi energi baru ke dalam sistem. Halaman ini memiliki header berwarna biru dengan judul "Tambah Data Konsumsi Energi". Terdapat dua tab pilihan yaitu "Input Manual" (yang sedang aktif) dan "Import CSV" untuk fleksibilitas dalam memasukkan data. Form input manual terdiri dari dua field: "Kabupaten/Kota" untuk memasukkan nama daerah dan "Konsumsi Energi (kkal)" untuk memasukkan nilai konsumsi energi. Di bagian bawah terdapat dua tombol, yaitu "Kembali ke Dashboard" berwarna abu-abu untuk membatalkan dan kembali ke halaman sebelumnya, serta "Simpan Data" berwarna biru untuk menyimpan data yang telah diinput. Desain form yang sederhana dan intuitif ini memudahkan pengguna dalam menambahkan data baru, baik secara manual maupun melalui import file CSV untuk input data dalam jumlah besar.

Penerapan algoritma K-Means dalam penelitian ini sejalan dengan berbagai studi sebelumnya yang memanfaatkan metode clustering untuk pengelompokan data numerik. Maulidhia et al. (2024) berhasil menerapkan K-Means dalam mengelompokkan beban listrik rumah tangga berdasarkan tingkat konsumsi, sehingga mampu mengidentifikasi pola penggunaan energi secara lebih terstruktur. Demikian pula, Nugroho et al. (2022) menggunakan K-Means untuk klasterisasi data obat di rumah sakit dan menunjukkan bahwa metode ini efektif dalam memetakan distribusi stok berdasarkan karakteristik tertentu. Penelitian lain oleh Latifah et al. (2024) juga mengimplementasikan K-Means dalam strategi promosi kampus berbasis segmentasi data mahasiswa. Hasil-hasil tersebut menegaskan bahwa K-Means merupakan metode yang stabil, sederhana, dan efisien dalam pengelompokan data multidimensi.

Namun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada sektor bisnis, pendidikan, kesehatan, dan kelistrikan, serta belum secara spesifik mengkaji konsumsi energi pangan per kapita pada level kabupaten/kota sebagai indikator kesejahteraan dan ketahanan pangan. Penelitian oleh Nurjanah et al. (2024) memang mengelompokkan tingkat pengangguran menggunakan K-Means, tetapi variabel yang digunakan bersifat sosial-ekonomi makro dan bukan pada aspek konsumsi energi pangan. Sementara itu, Putri et al. (2024) lebih menitikberatkan pada hubungan konsumsi energi dengan emisi gas rumah kaca tanpa melakukan pemetaan klaster wilayah. Dengan demikian, terdapat celah penelitian (research gap) pada aspek pengelompokan spasial konsumsi energi pangan berbasis data mining.

Keterbaharuan penelitian ini terletak pada integrasi analisis K-Means terhadap data konsumsi energi pangan per kapita pada tingkat kabupaten/kota yang kemudian diimplementasikan dalam sistem berbasis web menggunakan PHP dan MySQL. Tidak hanya berhenti pada analisis statistik, penelitian ini juga menghasilkan sistem terkomputerisasi yang mampu melakukan proses clustering secara otomatis dan menampilkan hasil visualisasi secara real-time. Pendekatan ini memperluas pemanfaatan K-Means dari sekadar analisis konseptual menjadi alat bantu pengambilan keputusan berbasis sistem informasi. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam bidang analitik data energi pangan yang bersifat aplikatif, terintegrasi, serta relevan untuk mendukung perumusan kebijakan pembangunan daerah yang lebih tepat sasaran dan berkelanjutan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian penulis yang berjudul "Analisis Pengelompokan Konsumsi Energi di Tingkat Kabupaten/Kota Menggunakan Algoritma *K-Means*", maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Algoritma *K-Means Clustering* berhasil diterapkan untuk mengelompokkan data konsumsi energi per kapita di tingkat kabupaten/kota menjadi tiga klaster utama, yaitu:
   a. Klaster 1 (Rendah): Berisi daerah-daerah dengan tingkat konsumsi energi yang rendah. Daerah dalam klaster ini umumnya memiliki tingkat perekonomian yang lebih rendah serta akses energi yang terbatas. Contohnya pada hasil penelitian yaitu Kabupaten Simeulue dengan konsumsi energi sebesar 1.876 kkal per kapita per hari.
   b. Klaster 2 (Sedang): Berisi daerah dengan tingkat konsumsi energi sedang. Wilayah pada klaster ini memiliki pola konsumsi energi yang cukup stabil dan seimbang, menunjukkan kondisi sosial ekonomi yang menengah. Beberapa daerah dalam klaster ini seperti Kabupaten Aceh Singkil, Aceh Selatan, Aceh Tenggara, Aceh Timur, Aceh Besar, dan Bireuen.
   c. Klaster 3 (Tinggi): Berisi wilayah dengan konsumsi energi tinggi, yang mencerminkan daerah dengan aktivitas ekonomi dan infrastruktur yang lebih maju. Contohnya Kabupaten Aceh Tengah, Aceh Barat, dan Pidie yang memiliki konsumsi energi di atas rata-rata.
2. Proses perhitungan menggunakan algoritma K-Means dilakukan melalui beberapa iterasi hingga menghasilkan nilai centroid yang stabil. Dari hasil iterasi tersebut, diperoleh bahwa algoritma ini mampu mengelompokkan data secara efisien, objektif, dan konsisten berdasarkan jarak terdekat antara data dan centroid masing-masing klaster.
3. Penerapan algoritma K-Means dalam sistem berbasis web yang dikembangkan menggunakan PHP dan MySQL terbukti dapat mempermudah proses analisis data dalam jumlah besar (big data). Sistem ini memungkinkan pengguna untuk melakukan pengelompokan data konsumsi energi secara otomatis dan menampilkan hasil dalam bentuk tabel maupun visualisasi yang mudah dipahami.
4. Dari hasil pengelompokan, terlihat adanya ketimpangan konsumsi energi antarwilayah, yang menunjukkan bahwa belum meratanya akses dan efisiensi pemanfaatan energi di tingkat kabupaten/kota. Hasil ini dapat menjadi dasar bagi pemerintah untuk merancang kebijakan energi yang lebih terarah dan berkeadilan.
5. Metode K-Means Clustering terbukti efektif sebagai alat bantu analisis dalam bidang energi, karena dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai pola konsumsi energi berdasarkan data yang tersedia. Pendekatan ini juga dapat dijadikan model analisis bagi penelitian selanjutnya dalam bidang sosial-ekonomi maupun lingkungan.
6. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma K-Means merupakan metode yang akurat, sederhana, dan efisien dalam menganalisis serta mengelompokkan pola konsumsi energi pangan di tingkat kabupaten/kota.

DAFTAR PUSTAKA

Barus, P. A. B. R., 2024. Pengembangan Komik Digital pada Materi Analisis Data di SMP/MTs, *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Pamungkas, P. A., Indrawati, L. R., Jalunggono, G., 2020. Analisis pengaruh ekspor, impor, inflasi, kurs rupiah, dan utang luar negeri terhadap cadangan devisa Indonesia tahun 1999–2018. Dinamic: *Directory Journal of Economic*, 2(3), 659–674.

Nurjanah, N., Suarna, N., Prihartono, W., 2024. Implementasi K-Means Clustering untuk Mengelompokkan Tingkat Pengangguran. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, *8*(2), 2462–2470.

Bui, M. A., Bahtiar, A., 2024. Implementasi metode algoritma K-Means clustering untuk mengelompokkan transaksi penjualan barang di Toko Arino. JATI (*Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*), 8(2), 1451–1456.

Putri, D. N., Ramadhani, A. P., Manurung, C., Purba, B., 2024. Konsep Konsumsi Energi di Indonesia serta Menganalisis Keterkaitannya dengan Emisi Gas Rumah Kaca. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, *10*(14), 338–345.

Wareza, F.Y., 2023. Pengaruh Karakteristik Konsumsi Energi Terhadap Pencapaian Efisiensi Energi—Studi Kasus di Perumahan Bulan Terang Utama Malang. *ACESA*, *5*(1), 29–45.

Rachmawaty, D., Febriani, J. M. A., 2022. Penerapan metode klasifikasi decision tree untuk memprediksi kelulusan tepat waktu. *Journal of Industrial Engineering and Technology*, 2(1), 61–74.

Rachmawaty, D., Febriani, J. M. A., 2022. Penerapan metode klasifikasi decision tree untuk memprediksi kelulusan tepat waktu. *Journal of Industrial Engineering and Technology*, 2(1), 61–74.

Maulidhia, A. N. A., Widyastuti, I. I., Sukarno, F. I., Tsany, R. B. S., Brian, T., 2024. Implementasi Algoritma K-Means Pada Beban Listrik Rumah Tangga. *Jurnal Teknik Elektro dan Sistem Komputer (JTECS)*, *5*(1), 18–25.

Nugroho, M. R., Hendrawan, I. E., Purwantoro, P. P., 2022. Penerapan algoritma K-Means untuk klasterisasi data obat pada Rumah Sakit ASRI. Nuansa Informatika, 16(1), 125–133.

Latifah, U. W., Bahri, S., Satriandhini, M., 2024. Implementasi algoritma K-Means clustering untuk strategi promosi kampus IBISA. JIKO (*Jurnal Informatika dan Komputer),* 8(2), 292–300.

Anvar, S. 2021. *Introduction to UML. Professional C++.*

Darmawan, D., Suherman, L. O. A., Rifaldi, R., 2023. Konfigurasi Aplikasi Raport Digital Kementerian Agama di Madrasah Aliyah Negeri 1 Baubau. *Room of Civil Society Development*, *2*(1), 23–33.

Anshori, M., 2022. Pengembangan Sistem Informasi Alumni Berbasis WEB: Studi Kasus Pada SMK NW Tembeng Putik. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTSI)*, *1*(1), 15–36.

Utami, F. H., 2022. *Aplikasi Pelayanan Antrian Pasien Menggunakan Metode FCFS Menggunakan PHP dan MySQL*. *18*(1), 153–160.

Sonny Sonny, S. N. R., 2021. pengembangan sistem presensi karyawan dengan teknologi GPS berbasis web. *Jurnal Comasie*, *6*(2), 52-58.

Silalahi, F. D., 2022. *Manajemen Database MySQL (Structured Query Language)*. Yayasan Prima Agus Teknik.