

Optimasi Metode K-Means Clustering untuk Pengelompokan Obat Di Puskesmas Mertoyudan I Magelang

Optimization of K-Means Clustering Method for Drug Grouping at Mertoyudan I Health Center, Magelang

¹Dwi Astuti*, ²Muqorobin

¹Sistem Informasi, STMIK Bina Patria

²Informatika, Teknologi, Institut Teknologi Bisnis AAS Indonesia

¹Jl. Raden Saleh No.7, Potrobangsari, Kec. Magelang Utara, Kota Magelang, Jawa Tengah, Indonesia

²Jl. Slamet Riyadi No. 361 Windan, Makamhaji, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah, Indonesia

*e-mail: dwi.astuti@stmikbinapatria.ac.id

(received: 28 August 2024, revised: 31 August 2024, accepted: 1 September 2024)

Abstrak

Puskesmas sebagai penyedia layanan kesehatan memiliki peran penting dalam memastikan ketersediaan obat yang memadai bagi masyarakat. Namun, pengelolaan obat di Puskesmas sering menghadapi kendala, termasuk penggunaan metode manual dalam pemantauan stok, yang dapat menyebabkan ketidaktersediaan atau penumpukan obat yang tidak terpakai. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi manajemen obat di Puskesmas melalui penerapan metode K-Means Clustering. Metode ini digunakan untuk mengelompokkan stok obat ke dalam tiga kluster utama: obat berat, obat sedang, dan obat ringan. Dengan pengelompokan ini, diharapkan apoteker dapat lebih mudah menentukan jenis obat, melakukan pemantauan ketersediaan obat secara tepat waktu, dan mengelola pengadaan obat sesuai dengan kebutuhan pasien. Metode penelitian meliputi studi literatur, pengumpulan dan analisis data, desain pemodelan sistem, serta pengujian dan evaluasi sistem. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan obat di Puskesmas, sehingga pelayanan kesehatan kepada masyarakat dapat lebih optimal. Hasil Pengujian dengan metode Silhouette Coefficient (SC) menghasilkan SC rata-rata sebesar 0,97 yang memiliki arti strong structure, sehingga dapat disimpulkan telah memiliki struktur yang kuat.

Kata kunci: klusterisasi, pengelompokan, obat, k-means clustering, puskesmas

Abstract

Health centers as health service providers have an important role in ensuring adequate drug availability for the community. However, drug management in health centers often faces obstacles, including the use of manual methods in stock monitoring, which can lead to unavailability or accumulation of unused drugs. This study aims to improve the efficiency of drug management in health centers through the application of the K-Means Clustering method. This method is used to group drug stocks into three main clusters: heavy drugs, moderate drugs, and light drugs. With this grouping, it is expected that pharmacists can more easily determine the type of drug, monitor drug availability in a timely manner, and manage drug procurement according to patient needs. Research methods include literature studies, data collection and analysis, system modeling design, and system testing and evaluation. The results of this study are expected to improve the efficiency of drug management in health centers, so that health services to the community can be more optimal. The results of testing using the Silhouette Coefficient (SC) method produced an average SC of 0.97 which means strong structure, so it can be concluded that it has a strong structure.

Keywords: clustering, grouping, drugs, k-means clustering, health center

1 Pendahuluan

Puskesmas merupakan salah satu unit kesehatan yang dikelola dibawah dinas kesehatan kabupaten dan kota untuk melayani pasien setiap harinya [1]. Pelayanan kesehatan yang memadai

merupakan salah satu pilar kesehatan masyarakat dan merupakan kebutuhan dasar [2]. Setiap hari banyak pasien yang mengunjungi Puskesmas untuk berbagai pemeriksaan kesehatan. Agar mampu memberikan layanan kesehatan yang baik bagi masyarakat maka manajemen pengelolaan puskesmas perlu dikembangkan. Puskesmas (Pusat Kesehatan Masyarakat) merupakan ujung tombak dalam sistem pelayanan kesehatan di Indonesia, dikelola oleh dinas kesehatan kabupaten dan kota untuk melayani masyarakat secara luas. Selain menyediakan layanan kesehatan primer, Puskesmas juga bertanggung jawab atas penyediaan obat-obatan yang dibutuhkan oleh pasien setiap harinya. Obat-obatan ini biasanya disimpan di apotek Puskesmas sebelum diberikan kepada pasien. Namun, proses pengelolaan stok obat di Puskesmas sering kali dihadapkan pada berbagai kendala, terutama dalam hal efisiensi dan akurasi manajemen persediaan [3].

Urgensi dari Penelitian ini yakni Pentingnya ketersediaan dan mutu obat harus selalu dijaga sebagai jaminan kualitas pelayanan kesehatan yang diberikan. Ketersediaan obat yang memadai adalah salah satu faktor utama dalam memastikan pelayanan kesehatan yang berkualitas. Namun, banyak Puskesmas masih menggunakan metode manual dalam pengelolaan stok obat, seperti pemantauan persediaan berdasarkan stok minimal. Metode ini memiliki banyak kelemahan, termasuk risiko kelebihan atau kekurangan stok, yang dapat menghambat pelayanan kesehatan. Obat yang tidak terpakai dapat menumpuk dan menjadi kedaluwarsa, sementara kekurangan stok obat dapat menyebabkan pasien tidak mendapatkan obat yang diperlukan tepat waktu. Baik negara maju maupun berkembang mempunyai anggaran yang memadai sama besarnya dalam biaya kesehatan secara keseluruhan [4]. Negara maju mana yang mempunyai anggaran sekitar 10-15%, dan negara-negara berkembang memiliki anggaran yang lebih tinggi sekitar 35-66%. Misalnya, di Mali memiliki anggaran sebesar 66%, di China 45%, di Thailand 35%, dan Indonesia 39%. Tingginya anggaran dalam pembelian obat, maka peran manajemen data obat sangat dibutuhkan. Urgensi untuk meningkatkan efisiensi dalam manajemen obat di Puskesmas menjadi semakin mendesak. Penggunaan teknologi dan metode analisis data modern seperti K-Means Clustering menawarkan solusi potensial untuk masalah ini. K-Means Clustering adalah metode pengelompokan data yang dapat mengidentifikasi pola atau struktur dalam data dengan mengelompokkan data ke dalam beberapa kluster berdasarkan kesamaan tertentu. Dalam konteks pengelolaan obat, metode ini dapat digunakan untuk mengelompokkan obat-obatan berdasarkan berbagai kriteria, seperti jenis obat, frekuensi penggunaan, dan masa kedaluwarsa [5].

Puskesmas Mertoyudan I Magelang merupakan salah satu unit layanan Kesehatan bagi masyarakat. Dalam memberikan layanan Kesehatan, masih banyak ditemukan kendala dalam proses penyediaan obat. Puskesmas masih menggunakan metode manual dengan melihat stok obat yang minimal. Metode sistem lama ini, memiliki banyak kelemahan yakni apoteker sering mengalami kesulitan dalam menentukan jenis stok obat, pemantauan ketersediaan obat yang tepat waktu, dan pengelolaan pengadaan obat sesuai dengan kebutuhan pasien.

Pendekatan Masalah dari penelitian ini adalah dengan mengoptimasi metode k-means clustering pada pengelompokan jenis stok obat bagi pasien [6]. pengembangan metode klusterisasi ini dapat menjadi solusi menentukan jenis tingkatan obat kedalam cluster tinggi, sedang dan rendah [7]. Metode K-Means Clustering dapat menangani dataset yang besar dengan baik, kompleksitasnya cenderung linier terhadap jumlah data dan jumlah cluster yang dibentuk [8]. Metode ini juga memiliki kemampuan dalam mengelompokkan jenis obat tinggi, sedang dan rendah yang sesuai kebutuhan apoteker dan pasien agar dapat mempermudah dalam inventori data obat di Puskesmas [9].

Strategi Pemecahan Masalah dari penelitian yakni dengan mengoptimasi metode k-means clustering dalam pengelompokan obat seperti: Pertama Pemilihan Fitur yang relevan: kandungan aktif, indikasi penggunaan, efek samping, atau komposisi obat. Kedua Normalisasi atau Standarisasi Data: menjadikan skala data seragam dengan normalisasi, untuk mencegah error skala besar. Ketiga Penanganan Missing Values: menangani nilai yang hilang dengan rata-rata. Keempat Pemilihan Jumlah Cluster yang Optimal: menentukan jumlah cluster yang optimal dengan metode Silhouette Analysis. Kelima Inisialisasi Centroid yang Cermat: menerapkan metode K-Means++ untuk mendapatkan inisialisasi centroid yang baik. Keenam Penggunaan Metrik Jarak yang Sesuai: menetapkan metrik jarak yang sesuai dengan jenis obatnya. Ketujuh Evaluasi dan Validasi Hasil: evaluasi dan validasi dengan metode Silhouette Score untuk mengukur struktur dataset agar memiliki kinerja yang baik [10].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan mengimplementasikan metode K-Means Clustering dalam pengelompokan stok obat di Puskesmas. Dengan pendekatan ini, diharapkan apoteker dapat lebih mudah menentukan jenis obat, memantau ketersediaan obat secara tepat waktu, dan mengelola pengadaan obat sesuai dengan kebutuhan pasien. Pengelompokan obat ke dalam tiga klaster utama obat berat, obat sedang, dan obat ringan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi manajemen stok obat di Puskesmas, sehingga dapat berkontribusi pada peningkatan kualitas pelayanan kesehatan yang diberikan kepada masyarakat.

2 Tinjauan Literatur

Penelitian mengenai penerapan metode k-means clustering dalam pengelompokan obat di sektor kesehatan telah mengalami perkembangan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Metode k-means clustering dikenal karena kemampuannya dalam mengelompokkan data ke dalam klaster yang homogen berdasarkan kesamaan fitur tertentu. Hal ini menjadikannya metode yang populer dalam berbagai aplikasi kesehatan, termasuk manajemen obat di Puskesmas.

Klasterisasi Data Obat Berdasarkan Jumlah Persediaan dan Jumlah Permintaan Obat Menggunakan Metode K-Means Clustering Pada Puskesmas Pajar Bulan, Tujuan penelitian ini adalah Klasterisasi data obat berdasarkan jumlah persediaan dan jumlah permintaan obat pada Puskesmas Pajar Bulan. Metode Algoritma adalah Metode K-Means Clustering. Hasil pengujian yang telah dilakukan terbentuk pengelompokan data obat berdasarkan 2 kelompok yaitu cluster sedikit dan cluster banyak [11].

Penerapan Algoritma K-Means Clustering Untuk Data Obat, Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengelompokkan data obat kedalam tiga klaster. Metode Algoritmanya adalah K-Means Clustering. Hasil Penelitian adalah diperoleh 3 klaster yakni C1 (rendah) adalah 4433 items, klaster C2 (sedang) adalah 184 items dan klaster C3 (tinggi) adalah 5 items dengan 12.000 [12].

Application of Data Mining for Optimal Drug Inventory in a Hospital, Tujuan Penelitian ini adalah untuk perbandingan algoritma k-means dan K-Nearest Neighbor untuk klasifikasi penyakit. Metode Algoritmanya adalah K-Means dan K-Nearest Neighbor. Hasil Penelitian ini adalah hasil pengujian algoritma K-Means lebih akurat dibandingkan KNN dalam metode Apriori untuk mencari hubungan penyakit dengan obat [13].

Analysis of Drug Data Mining with Clustering Technique Using K-Means Algorithm, Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengklasifikasikan data obat ke dalam tiga kategori berdasarkan nama obat, kondisi, dan jumlah takaran. Metode Algoritmanya adalah K-Means Clustering. Hasil Penelitian ini adalah mengklasifikasikan data obat menjadi tiga kelompok berdasarkan niat pasien. Cluster 1: penggunaan narkoba yang tinggi, Cluster 2: penggunaan narkoba yang rendah, dan Cluster 3: penggunaan narkoba sedang [14].

Kebaruan dari Penelitian ini yakni Berdasarkan dari penelitian terdahulu maka terdapat kesamaan dengan penelitian yang diusulkan yakni sama membahas klasterisasi pengelompokan obat dengan metode K-Means Clustering, akan tetapi terdapat perbedaan dengan penelitian yang diusulkan ini yakni terletak pada Optimasi Metode K-Means Clustering seperti: Pertama Pemilihan Fitur yang relevan pada obat: kandungan aktif, indikasi penggunaan, efek samping dan komposisi obat[14]. Kedua Normalisasi atau Standarisasi Data: menjadikan skala data seragam dengan normalisasi, untuk mencegah error skala besar. Ketiga Penanganan Missing Values: menangani nilai yang hilang dengan rata-rata. Keempat Pemilihan Jumlah Cluster yang Optimal: menentukan jumlah cluster yang optimal dengan metode Silhouette Analysis. Kelima Inisialisasi Centroid yang Cermat: menerapkan metode K-Means++ untuk mendapatkan inisialisasi centroid yang baik. Keenam Penggunaan Metrik Jarak yang Sesuai: menetapkan metrik jarak yang sesuai dengan jenis obatnya. Ketujuh Evaluasi dan Validasi Hasil: evaluasi dan validasi dengan metode Silhouette Score untuk mengukur struktur dataset agar memiliki kinerja yang baik [10]. Secara umum penelitian dengan optimasi metode klasterisasi ini belum banyak dilakukan serta obyek lokasi di Puskesmas Mertoyudan I Magelang juga belum pernah dilakukan terkait model klasterisasi obat. Sehingga dengan demikian penelitian ini memiliki kebaruan yang bermanfaat[15].

3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan termasuk jenis penelitian eksperimental dengan metode k-means clustering untuk melakukan uji coba pada data-data obat di Puskesmas Mertoyudan I Magelang.

A. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Puskesmas Mertoyudan I Magelang, beralamat: Jl. Mayjen Bambang Soegeng No.23, Sumberrejo, Mertoyudan, Magelang, Jawa Tengah, Indonesia 56172. Hasil Model Sistem dari penelitian ini dapat dikembangkan untuk Puskesmas lain di seluruh Wilayah Indonesia.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Pada Penelitian ini menggunakan seperangkat alat Komputer, Software Rapid Manner dan Microsoft Excel, XAMPP Server, Dreamweaver dan Domain Hosting. Bahan sampel penelitian berupa data-data obat dan fitur-fitur yang relevan dari Puskesmas Mertoyudan I Magelang.

C. Data Penelitian

Pengolahan data penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder sebagai berikut:

1) Sumber data

Sumber data sampel penelitian diperoleh dari Puskesmas Mertoyudan I Magelang berupa hasil percobaan dan simulasi [16].

2) Jenis data

Data penelitian ini ada 2 jenis yakni primer dan sekunder. Data Primer yaitu data diperoleh melalui wawancara dan observasi secara langsung di Apotik Puskesmas. Data tersebut berupa kumpulan data dari buku inventori obat [17]. Sedangkan data sekunder yaitu data yang didapatkan dari studi Pustaka terkait referensi dasar pendukung dalam penelitian.

3) Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam mengumpulkan data penelitian sebagai berikut:

- a. Studi literatur dari sumber-sumber kepustakaan sebagai landasan dalam menganalisis permasalahan penelitian [18]. Hasil yang diperoleh terbentuk Latar Belakang Masalah, State of the art dan Landasan Teori
- b. Wawancara dilakukan secara langsung pada Apoteker atau pengelola data obat di Apotik Puskesmas Mertoyudan I Magelang. Data yang dikumpulkan terkait data obat dan fitur-fitur yang relevan untuk pengelompokan obat seperti kandungan aktif obat, indikasi penggunaan, kategori terapi, dosis obat dan efek samping obat [19]. Dari data fitur-fitur tersebut dilakukan seleksi fitur yang tepat untuk membentuk cluster obat.
- c. Observasi dengan pengamatan secara langsung untuk mengumpulkan data obat. Pengamatan berfokus pada fitur-fitur atau faktor faktor yang berpengaruh dalam pengelompokan obat [20].

D. Analisa Data

Pada bagian ini berisi tentang langkah Optimasi algoritma K-Means Clustering sebagai berikut:

- 1) Pemilihan Fitur yang relevan: Fitur-fitur yang relevan untuk pengelompokan obat di Puskesmas dapat mencakup: kandungan aktif obat, indikasi penggunaan, kategori terapi, dosis obat, atau efek samping yang umum terjadi. Tujuan pemilihan fitur yang tepat dapat membantu dalam membentuk cluster obat yang bermakna dari segi klinis dan manajerial [21].
- 2) Normalisasi Data: Setelah fitur-fitur obat terpilih, langkah selanjutnya adalah menormalkan data. Hal ini penting agar setiap fitur memiliki kontribusi yang seimbang dalam proses clustering. Seperti pada fitur dosis dan kandungan aktif harus dinormalkan agar tidak mendominasi perhitungan jarak [22].
- 3) Penanganan Missing Values: Jika terdapat nilai yang hilang pada fitur-fitur obat, seperti dosis yang tidak tercatat atau efek samping yang tidak dilaporkan. maka dapat dilengkapi dengan estimasi yang relevan atau membersihkan data yang kurang relevan [23].
- 4) Pemilihan Jumlah Cluster yang Optimal: Untuk menentukan jumlah cluster yang optimal, dapat dilakukan evaluasi menggunakan metode Silhouette untuk melihat titik dimana penambahan cluster tidak memberikan peningkatan signifikan dalam kualitas clustering. Jumlah cluster yang dipilih mencerminkan variasi yang cukup untuk mewakili variasi data obat [24].
- 5) Inisialisasi Centroid yang Cermat: Sebelum proses clustering dimulai, inisialisasi centroid perlu dilakukan secara cermat. Pemilihan centroid awal yang cerdas, seperti dengan metode K-Means++

dapat membantu menghindari solusi clustering yang suboptimal dan mempercepat konvergensi algoritma [25].

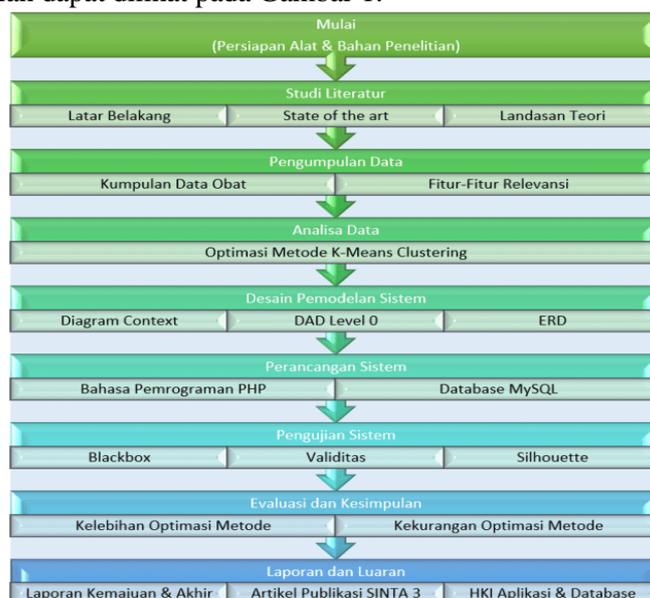
- 6) Penggunaan Metrik Jarak yang Sesuai: Pada pengelompokan obat di Puskesmas, metrik jarak disesuaikan dengan jenis data. Pada fitur kategorikal seperti kategori terapi, dapat digunakan metrik jarak khusus dengan metode Hamming Distance, sementara untuk fitur numerik seperti dosis, maka metrik jarak dengan metode Euclidean [26].
- 7) Evaluasi dan Validasi Hasil: Setelah proses clustering selesai, hasilnya perlu dievaluasi dan divalidasi. Dengan metode evaluasi silhouette score dilakukan untuk mengukur kualitas clustering [27].

E. Alur Penelitian

Tahapan alur penelitian yang dilakukan untuk dapat terwujudkan kegiatan penelitian ini secara umum dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Pertama, Studi literatur yang bersumber dari hasil penelitian seperti jurnal, prosiding, studi literatur bertujuan untuk merumuskan latar belakang, state of the art dan landasan teori.
- 2) Kedua, Pengumpulan Data digunakan untuk mengumpulkan data-data obat, dan fitur-fitur yang relevan dalam pengelompokan data obat.
- 3) Ketiga, Analisa Data merupakan bagian inti untuk mengembangkan metode klasterisasi atau Optimasi Metode K-Means Clustering agar diperoleh hasil cluster yang lebih optimal.
- 4) Keempat, Desain Pemodelan Sistem dengan membuat gambaran alur sistem menggunakan Model Diagram Context, DAD Level 0 dan ERD. Tujuan desain pemodelan sistem untuk menggambarkan alur sistem secara umum [28].
- 5) Kelima, Perancangan Sistem dengan membuat sistem menggunakan Bahasa Pemrograman PHP, Database MySQL dan metode algoritma k-means clustering [29].
- 6) Keenam, Pengujian Sistem dengan memanfaatkan metode Blackbox untuk sistem, metode Silhouette untuk uji struktur dataset dan metode Validitas untuk menguji kecocokan algoritma pada sistem, tujuan dari pengujian sistem ini adalah untuk mengetahui kinerja sistem [30].
- 7) Ketujuh, Evaluasi dan Kesimpulan dengan memberikan hasil kelebihan dan kekurangan dari optimasi metode yang telah dilakukan.
- 8) Kedelapan, Laporan dan Luaran: menyiapkan laporan kemajuan dan akhir penelitian, HKI dan publikasi artikel di SINTA 3.

Penjelasan alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian

4 Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini berfokus pada pengembangan Algoritma K-Means Clustering untuk melakukan pengelompokan data obat di Puskesmas Mertoyudan I Magelang. Pembahasan dari penelitian ini

meliputi: Analisis Kebutuhan Sistem, Perancangan Sistem, Implementasi Sistem dan Pengujian Sistem.

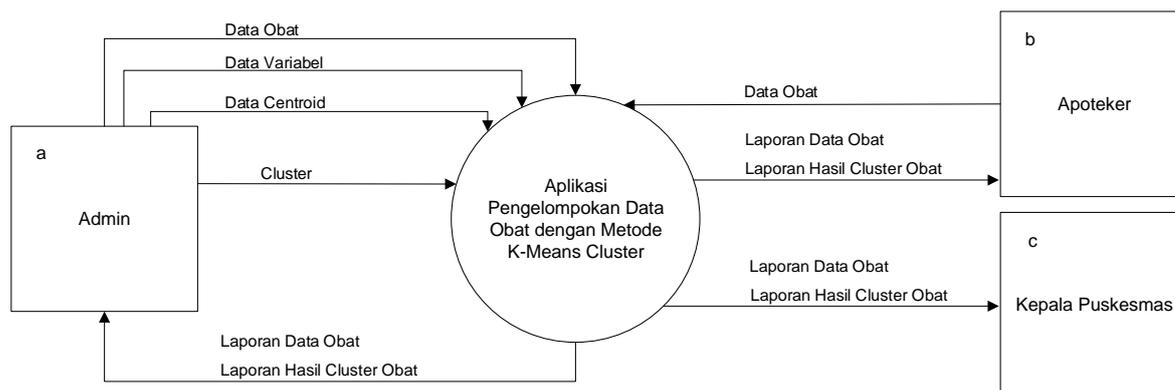
A. Analisis Kebutuhan Sistem

Pada tahap analisis kebutuhan sistem, penelitian ini mengidentifikasi berbagai kebutuhan untuk meningkatkan manajemen obat di Puskesmas Mertoyudan I Magelang. Berdasarkan hasil wawancara dan pengamatan, kebutuhan utama yang diidentifikasi meliputi:

- 1) Pengelompokan Obat yang Efektif: Kebutuhan untuk mengelompokkan obat-obatan ke dalam kategori tertentu (obat berat, sedang, ringan) untuk mempermudah manajemen stok dan prediksi kebutuhan.
- 2) Pemantauan Stok Real-Time: Sistem harus mampu memantau ketersediaan obat secara real-time untuk mencegah kekurangan atau kelebihan stok.
- 3) Pengelolaan Data yang Terintegrasi: Integrasi data dari berbagai sumber (misalnya, catatan manual dan sistem informasi manajemen) untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai stok obat.
- 4) Analisis dan Prediksi: Kebutuhan akan kemampuan analisis data dan prediksi tren penggunaan obat berdasarkan pola historis.

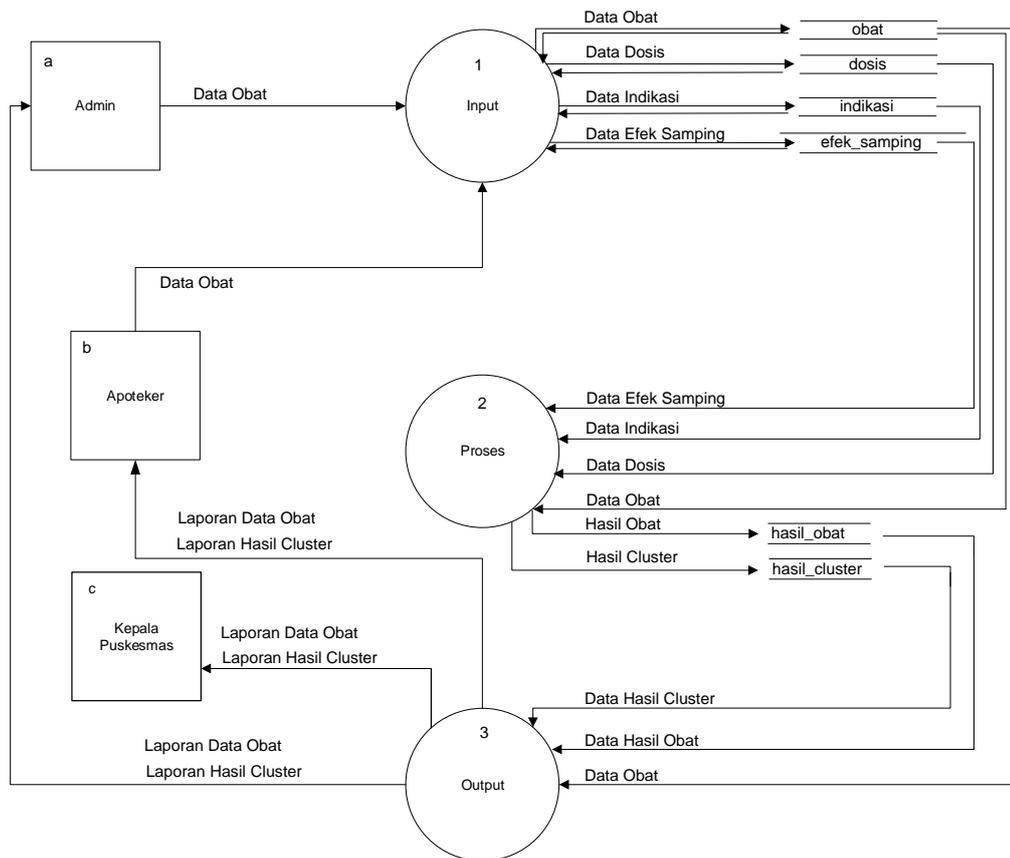
B. Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan, sistem dirancang untuk memenuhi kebutuhan yang telah diidentifikasi. Perancangan ini mencakup pembuatan diagram konteks, DAD Level 0, dan ERD (*Entity-Relationship Diagram*). Perancangan sistem ini bertujuan untuk memberikan gambaran alur kerja sistem dari awal sampai akhir. Pada pembahasan ini peneliti menyajikan desain perancangan sistem mulai dari context diagram. Desain Context Diagram merupakan suatu bagian yang digunakan untuk menunjukkan atau menggambarkan arus data seluruh jaringan, masukan dan keluaran. Pada sistem ini terdapat tiga entitas yaitu Admin, Kepala Puskesmas dan Apoteker. Pada masing-masing bagian memiliki fungsi dan tugas yang berbeda-beda. Pada bagian Admin bertugas memberi inputan/masukan data kedalam sistem, bahkan mampu mengolah seluruh aktivitas di sistem. Pada bagian Kepala Puskesmas bertugas menerima hasil keluaran dari sistem yaitu berupa laporan data obat dan laporan hasil klasterisasi obat. Kemudian pada bagian apoteker juga bertugas menerima hasil keluaran dari sistem yaitu hasil klasterisasi obat. Adapun desain Context Diagram seperti disajikan pada Gambar 2.



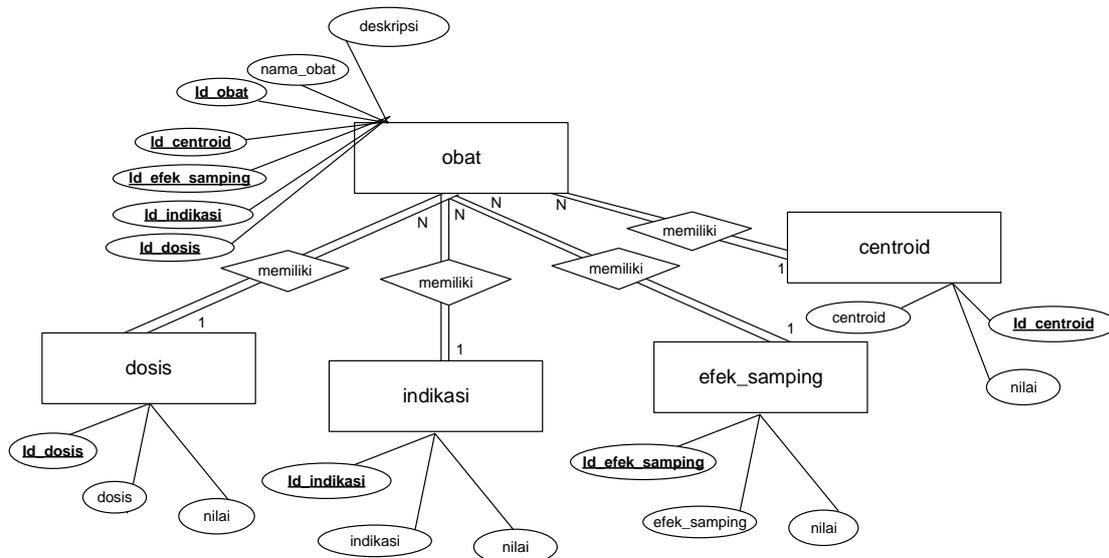
Gambar 2. Context diagram

Pada perancangan sistem untuk dapat lebih menggambarkan alur sistem secara lebih rinci maka dibuatkan desain *Diagram Arus Data* (DAD). *Diagram Arus Data* (DAD) adalah suatu *diagram* yang menggunakan *notasi-notasi* untuk menggambarkan arus dari data sistem, yang penggunaannya sangat membantu untuk memahami sistem secara logika, terstruktur dan jelas. DAD level 0 merupakan penjabaran dari *Context Diagram* dan HIPO. Desain dari alur penelitian ini pada DAD Level 0 Aplikasi Pengelompokan Data Obat dengan Metode K-Means Cluster seperti disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. DAD level 0 aplikasi pengelompokan data obat

Desain ERD untuk memodelkan struktur data hubungan antar data menggunakan *entitas*, *atribut* dan *relasi*. sehingga pada penelitian ini dapat terlibat batasan-batasan hubungan dari semua *relasi* yang dibuat, disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. ERD aplikasi pengelompokan data obat

C. Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan bagian penting dalam pengembangan sistem. Bagian ini berisi tentang tampilan alur kerja sistem pengelompokan data obat dengan menggunakan metode k-means cluster. Penjelasan dari implementasi ini berisi tentang tampilan alur program aplikasi pengelompokan obat dengan metode k-means cluster. aplikasi ini dibuat dengan menggunakan Bahasa pemrograman PHP dan Database MySQL. Adapun tampilan implementasi sistem secara umum sebagai berikut:

1. Halaman Tampilan Utama

Pada saat aplikasi dijalankan maka akan tampil halaman awal sistem yang berisi tampilan antar muka dari program aplikasi. Tampilan halaman utama aplikasi seperti disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan halaman utama aplikasi

2. Halaman Tampilan Daftar Data Obat

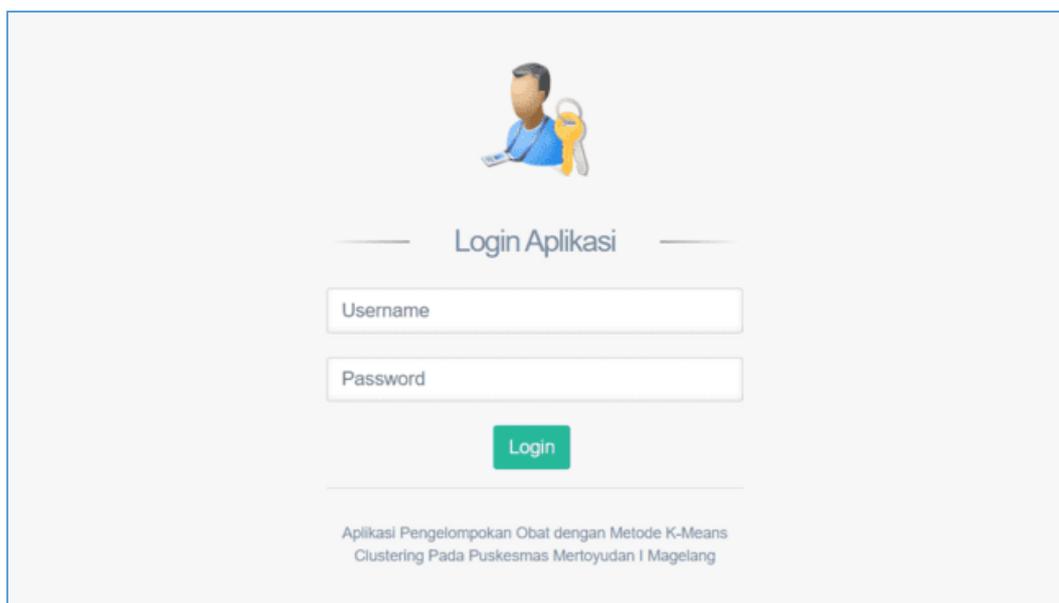
Aplikasi ini dapat menampilkan informasi data obat yang dapat digunakan sebagai media informasi bagi user atau pasien yang akan melihat data obat dari Puskesmas Mertoyudan I Magelang. Tampilan daftar data obat seperti disajikan pada Gambar 6.

No	Nama Obat	Jenis Obat	Deskripsi
1	Acarbose	Sirup	Obat ini digunakan untuk mengobati diabetes tipe
2	Acitretin	Sirup	Obat retinoid untuk pengobatan psoriasis parah
3	Adenosine	Sirup	Untuk situasi darurat pada aritmia supraventrikular
4	Benserazide	Sirup	Untuk mengobati penyakit Parkinson
5	Benzolac	Sirup	Obat ini berfungsi untuk mengobati jerawat
6	Bepotastine	Tablet	Untuk mengobati gejala alergi.
7	Calquence	Tablet	Untuk mengobati jenis kanker, limfoma dan leukemia
8	Calortusin	Tablet	Untuk meredakan gejala flu dan batuk
9	Canagliflozin	Tablet	Obat ini digunakan untuk mengobati diabetes tipe 2
10	Dabigatran	Tablet	Untuk mengurangi risiko stroke dan pembekuan darah

Gambar 6. Tampilan daftar data obat

3. Halaman Login Sistem

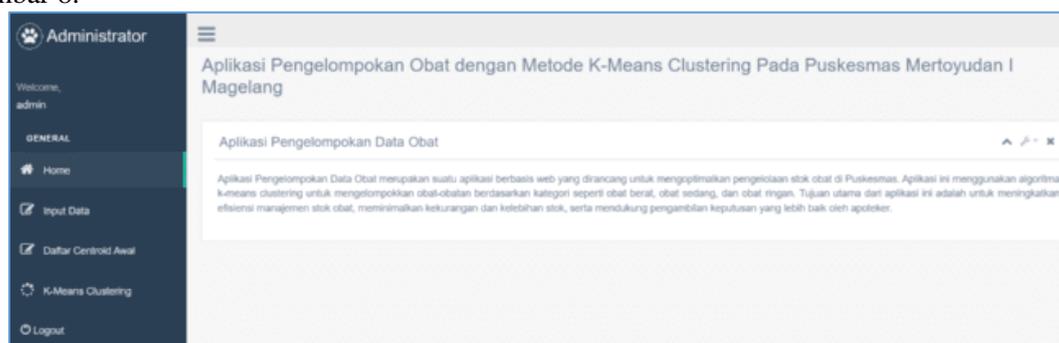
Pada Aplikasi ini telah dilengkapi form login sebagai hak akses Ketika akan menggunakan program aplikasi. Peran form login sangatlah penting karena sebagai Batasan akses dalam sistem. Tampilan form login aplikasi seperti disajikan pada Gambar 7



Gambar 7. Tampilan form login aplikasi

4. Halaman Administrator

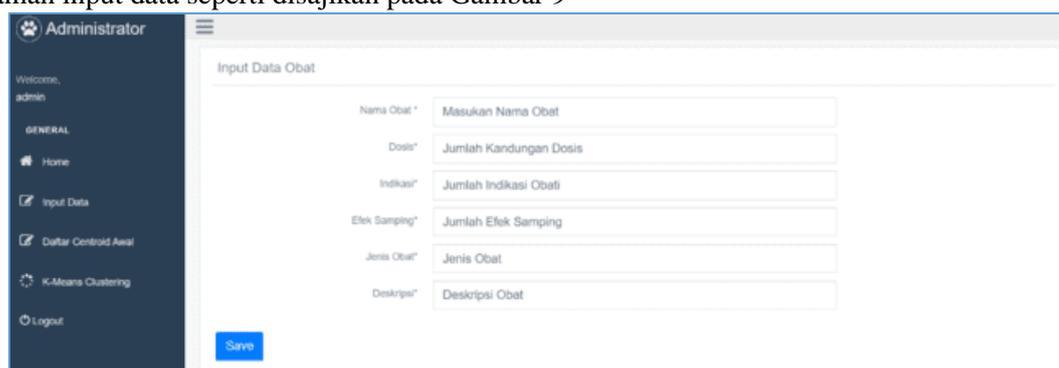
Setelah login berhasil maka akan diarahkan pada halaman administrator yang berfungsi untuk mengelola sistem secara keseluruhan. Tampilan halaman administrator seperti disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan halaman administrator

5. Halaman Input Data Obat

Pada Aplikasi ini telah dilengkapi fitur untuk menginputkan data obat ke dalam sistem. Input data obat ini menjadi bagian penting karena dasar awal dari proses pengelompokan data obat dimulai dari input data. Untuk dapat melakukan input data caranya klik Menu Input Data maka akan tampil halaman input data seperti disajikan pada Gambar 9



Gambar 9. Tampilan halaman input data obat

Setelah data input obat selesai di inputkan kedalam aplikasi maka data obat akan tersimpan kedalam sistem seperti daftar obat pada Gambar 10.

No	Nama Obat	Deskripsi	Dosis	Indikasi	Efek Samping	Jenis Obat	
1	Acarbose	Obat ini digunakan untuk mengobati diabetes tipe	35.05	4	120	Sirup	Edit Delete
2	Acitretin	Obat retinoid untuk pengobatan psoriasis parah	6.85	3	30	Sirup	Edit Delete
3	Adenosine	Untuk situasi darurat pada aritmia supraventrikular	8.00	1	11	Sirup	Edit Delete
4	Benserazide	Untuk mengobati penyakit Parkinson	7.40	2	45	Sirup	Edit Delete
5	Benzolac	Obat ini berfungsi untuk mengobati jerawat	51.35	5	73	Sirup	Edit Delete
6	Bepotastine	Untuk mengobati gejala alergi.	27.80	3	80	Tablet	Edit Delete
7	Calquence	Untuk mengobati jenis kanker, limfoma dan leukemia	54.35	5	285	Tablet	Edit Delete
8	Calortusin	Untuk meredakan gejala flu dan batuk	8.35	4	60	Tablet	Edit Delete
9	Canagliflozin	Obat ini digunakan untuk mengobati diabetes tipe 2	9.85	5	45	Tablet	Edit Delete
10	Dabigatran	Untuk mengurangi risiko stroke dan pembekuan darah	29.15	5	55	Tablet	Edit Delete
11	Daclatasvir	Untuk mengobati infeksi hepatitis C	62.50	7	258	Tablet	Edit Delete
12	Dapoxetine	Untuk mengobati ejakulasi dini pada pria	7.30	3	135	Tablet	Edit Delete
13	Eltrombopag	Obat ini digunakan untuk mengobati trombositopenia	9.85	4	78	Bubuk	Edit Delete

Gambar 10. Tampilan daftar data obat

6. Halaman Setting Centroid

Aplikasi ini telah dilengkapi fitur untuk mengelola nilai centroid awal yang akan digunakan dalam proses clusterisasi data obat. Nilai centroid awal berfungsi untuk memberikan gambaran proses awal dalam melakukan perhitungan algoritma k-means clustering seperti disajikan pada Gambar 11.

#	Kode Data Obat	Centroid	Dosis	Indikasi	Efek Samping	
1	11	1	0.02	0.100	0.04	Edit
2	15	2	0.17	0.290	0.21	Edit
3	19	3	1.00	0.850	1.00	Edit

Gambar 11. Tampilan daftar data obat

Apabila henda melakukan edit perubahan nilai centroid awal maka dapat dilakukan dengan cara klik edit maka akan tampil form untuk merubah nilai centroid seperti disajikan pada Gambar 12.

Modal title

Dosis *

Indikasi *

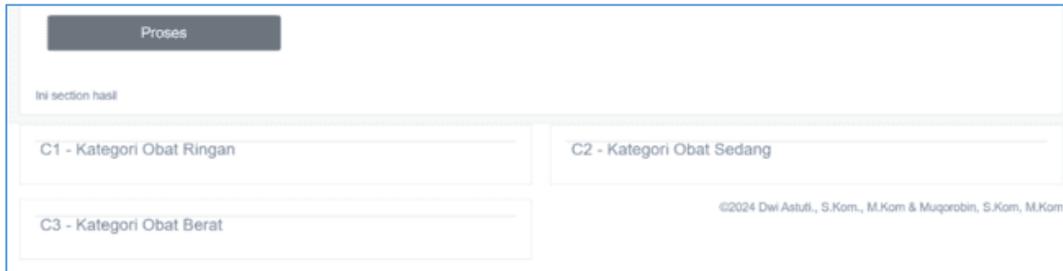
Efek Samping *

[Save](#)

Gambar 12. Tampilan halaman edit nilai centorid awal

7. Proses Cluster dengan Algoritma K-Means Clustering

Pada menu inti dari aplikasi ini adalah proses clusterisasi dengan menggunakan metode Algoritma K-Means Clustering, caranya klik menu K-Means Clustering akan akan tampil seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Tampilan halaman proses cluster data obat

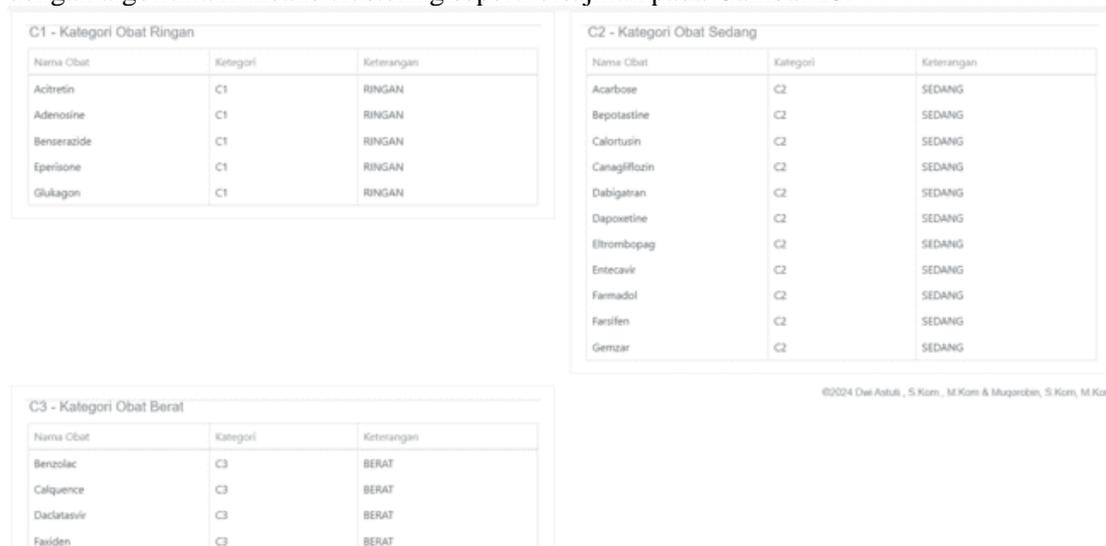
Setelah mengklik Proses maka secara otomatis aplikasi akan melakukan proses clusterisasi dengan perhitungan algoritma k-means cluster melalui beberapa iterasi seperti disajikan pada Gambar 14.



Gambar 14. Tampilan halaman proses iterasi clustering

8. Hasil Clustering

Pada proses akhir dari sistem ini terbentuknya 3 kluster yaitu kategori obat ringan, kategori obat sedang dan kategori obat berat. Tampilan hasil kluster ini dibentuk berdasarkan proses perhitungan dengan algoritma k-means clustering seperti disajikan pada Gambar 15.



Gambar 15. Tampilan hasil klasterisasi data obat

D. Pengujian Sistem

Pengujian sistem adalah tahap dalam proses pengembangan perangkat lunak yang dilakukan untuk memastikan bahwa sistem sesuai dengan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Pengujian ini berfokus pada evaluasi keseluruhan sistem setelah semua komponen terintegrasi yang bertujuan untuk memastikan kelayakan dari sistem. Pada penelitian ini terdapat tiga jenis uji sistem yakni uji fungsionalitas sistem, uji validitas dan uji silhouette coefficient.

1. Uji Fungsionalitas Sistem

Uji fungsionalitas sistem adalah jenis pengujian yang berfokus pada verifikasi bahwa fitur-fitur dalam sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pengujian ini memastikan bahwa sistem berjalan dengan baik dan tidak terjadi kegagalan saat diterapkan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil uji fungsionalitas

No	Jenis Uji	Komponen Sistem yang diuji	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil yang dihasilkan	Satus Uji	Hasil Pengujian
1	Uji Normal	Form Login Admin	• Masukan username dan password dan dengan benar	• Tampil halaman menu utama admin	• Muncul pesan “Login Sukses, Selamat Datang admin” • Tampil halaman admin	Normal	Diterima
	Uji Salah	Form Login Admin	• Masukan username dan password dan dengan salah	• Muncul pesan kesalahan	• Muncul pesan “Code Salah!” • Tidak masuk admin	Normal	Diterima
2	Uji Normal	Form Input Data Obat	• Masukan data obat secara lengkap dan benar	• Data tersimpan dengan baik dan benar	• Muncul pesan “Penyimpanan Berhasil” • Tersimpan dengan baik	Normal	Diterima
	Uji Salah	Form Input Data Obat	• Masukan data obat secara tidak lengkap	• Tidak bisa menyimpan	• Tidak bisa disimpan	Normal	Diterima
3	Uji Normal	Form Input Siswa	• Masukan data siswa secara lengkap dan benar	• Data siswa tersimpan dengan baik dan benar	• Muncul pesan “Penyimpanan Berhasil” • Tersimpan dengan baik	Normal	Diterima
	Uji Salah	Form Input Siswa	• Masukan data siswa secara tidak lengkap	• Tidak bisa menyimpan	• Tidak bisa disimpan	Normal	Diterima
4	Uji Normal	Form Input Centroid Awal	• Masukan data Centroid Awal secara lengkap dan benar	• Dataperiode tersimpan dengan baik dan benar	• Muncul pesan “Penyimpanan Berhasil” • Tersimpan dengan baik	Normal	Diterima
	Uji Salah	Form Input Centroid Awal	• Masukan data Centroid Awal secara tidak lengkap	• Tidak bisa menyimpan	• Tidak bisa disimpan	Normal	Diterima
5	Uji Normal	Proses Cluster	• Masukan data cluster secara lengkap dan benar	• Data kuota tersimpan dengan baik dan benar	• Muncul pesan “Penyimpanan Berhasil” • Tersimpan dengan baik	Normal	Diterima
	Uji Salah	Proses Cluster	• Masukan data cluster secara tidak lengkap	• Tidak bisa menyimpan	• Tidak bisa disimpan	Normal	Diterima

Berdasarkan hasil pengujian uji fungsionalitas yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa seluruh scenario uji menghasilkan hasil “Diterima” artinya sistem telah diterima berfungsi dengan baik.

2. Uji Validitas

Pengujian Validitas dilakukan untuk menguji sistem agar diketahui hasil kecocokan antara perhitungan manual dengan sistem komputer. Tahap Perhitungan Algoritma K-Means Clustering sebagai berikut:

- 1) Menentukan Dataset
- 2) Menentukan Nilai MIN dan MAX pada masing-masing Variabel berikut:
 MIN => Dosis : 3,5 | Indikasi : 1 | Efek Samping : 11
 MAX => Dosis : 62,5 | Indikasi : 7 | Efek Samping : 285
- 3) Menghitung Nilai Normalisasi
 Berikut ini contoh perhitungan Normalisasi pada baris pertama.

$$\text{Dosis} = \frac{(35,05-35)}{(62,5- 35)} = 0,53$$

$$\text{Indikasi} = \frac{(4/1)}{(4-1)} = 0,50$$

$$\text{Efek Samping} = \frac{(120-11)}{(285-285)} = 0,40$$
 Adapun rekap proses perhitungan normalisasi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data normalisasi

No	Dosis	Indikasi	Efek Samping
1	0,53	0,50	0,40
2	0,06	0,33	0,07
3	0,08	0,00	0,00
4	0,07	0,17	0,12
5	0,81	0,67	0,23
6	0,41	0,33	0,25
7	0,86	0,67	1,00
8	0,08	0,50	0,18
9	0,11	0,67	0,12
10	0,43	0,67	0,16
11	1,00	1,00	0,90
12	0,06	0,33	0,45
13	0,11	0,50	0,24
14	0,11	0,33	0,27
15	0,08	0,17	0,12
16	0,11	0,50	0,29
17	0,45	0,83	0,43
18	0,80	0,83	0,29
19	0,09	0,50	0,19
20	0,00	0,17	0,03

Pada bahasan ini peneliti singkat langsung pada hasil klasterisasi agar dapat lebih fokus pada hasil penelitian.

- 4) Hasil Klastering
 Berdasarkan proses perhitungan algoritma k-means clustering untuk mengelompokkan data obat maka dapat direkap hasil clustering dari data obat seperti disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil klaster data obat

No	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Posisi Cluster	Jarak Terdekat	Nama Obat
1	0,67	0,33	0,49	2	0,33	Acarbose
2	0,17	0,32	1,07	1	0,32	Acitretin
3	0,18	0,60	1,27	1	0,18	Adenosine
4	0,06	0,41	1,12	1	0,06	Benserazide
5	0,92	0,60	0,40	3	0,60	Benzolac
6	0,43	0,26	0,74	2	0,26	Bepotastine
7	1,33	0,98	0,42	3	0,42	Calquence

8	0,35	0,17	0,94	2	0,17	Calortusin
9	0,51	0,24	0,91	2	0,24	Canagliflozin
10	0,63	0,28	0,63	2	0,28	Dabigatran
11	1,51	1,11	0,39	3	0,39	Daclatasvir
12	0,42	0,30	0,94	2	0,30	Dapoxetine
13	0,38	0,12	0,89	2	0,12	Eltrombopag
14	0,27	0,22	0,95	2	0,22	Entecavir
15	0,06	0,41	1,12	1	0,06	Eperisone
16	0,40	0,12	0,87	2	0,12	Farmadol
17	0,86	0,42	0,46	2	0,42	Farsifen
18	1,03	0,66	0,33	3	0,33	Faxiden
19	0,36	0,16	0,92	2	0,16	Gemzar
20	0,07	0,48	1,22	1	0,07	Glukagon

Berdasarkan hasil posis cluster yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa penelitian ini terbentuk 3 kluster yaitu obat ringan, sedang dan berat. Pada kluster obat ringan terdapat 5 obat, kluster obat sedang terdapat 11 obat dan kluster obat berat terdapat 4 obat.

3. Uji Silhouette Coefficient

Silhouette coefficient adalah suatu metrik evaluasi yang digunakan dalam menganalisis kluster untuk menentukan jumlah kluster optimal dalam data mining. Koefisien ini mengukur sejauh mana sebuah objek cocok dengan klusternya sendiri dibandingkan dengan klusternya yang terdekat. Adapun rekapitulasi perhitungan uji Silhouette coefficient seperti disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi uji silhouette coefficient

No	Dosis	Indikasi	Efek Samping	ai	bi	si
1	0,6701	0,3325	0,4891	0,5164	0,4972	0,9808
2	0,1667	0,3214	1,0749	0,5649	0,5210	0,9561
3	0,1814	0,6020	1,2727	0,7266	0,6854	0,9588
4	0,0565	0,4116	1,1249	0,5726	0,5310	0,9583
5	0,9195	0,6049	0,4021	0,6700	0,6422	0,9721
6	0,4339	0,2600	0,7369	0,5039	0,4769	0,9730
7	1,3295	0,9773	0,4153	0,8651	0,9074	1,0422
8	0,3521	0,1732	0,9406	0,5330	0,4886	0,9556
9	0,5058	0,2434	0,9085	0,5898	0,5526	0,9628
10	0,6342	0,2802	0,6330	0,5393	0,5158	0,9765
11	1,5100	1,1082	0,3861	0,9485	1,0014	1,0529
12	0,4186	0,3033	0,9382	0,5875	0,5534	0,9659
13	0,3805	0,1237	0,8909	0,5101	0,4650	0,9549
14	0,2666	0,2176	0,9492	0,5195	0,4778	0,9583
15	0,0601	0,4068	1,1159	0,5690	0,5276	0,9585
16	0,4026	0,1216	0,8742	0,5103	0,4661	0,9558
17	0,8550	0,4190	0,4570	0,5912	0,5770	0,9858
18	1,0250	0,6577	0,3253	0,6947	0,6693	0,9746
19	0,3580	0,1555	0,9241	0,5238	0,4792	0,9554
20	0,0703	0,4837	1,2166	0,6336	0,5902	0,9567
					SC =>	0,9728

Dari hasil uji Silhouette Coefficient (SC) menghasilkan nilai SC rata-rata sebesar 0,97 (strong structure) artinya model struktur yang telah dibuat pada sistem ini memiliki tingkat struktur yang kuat.

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan Bahwa Hasil Penelitian ini adalah Aplikasi Pengelompokan Data Obat dengan dengan Metode K-Means Clustering yang mampu mengelompokkan tiga cluster yaitu pada cluster obat ringan terdapat 5 obat, pada cluster obat sedang terdapat 11 obat dan pada cluster obat berat terdapat cluster 4 obat. Hasil pengujian sistem yang telah dilakukan pada uji fungsionalitas diperoleh diperoleh hasil "Diterima" pada seluruh skenario uji hal ini memberikan tanda bahwa sistem telah berfungsi dengan baik. pada uji validitas diperoleh hasil yang cocok antara perhitungan manual algoritma k-means cluster dengan hasil dari program aplikasi dan terakhir pada uji model Silhouette Coefficient (SC) maka diperoleh hasil rata-rata yang baik yakni 0,97 hampir mendekati angka 1 sehingga sistem ini dinyatakan strong structure.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini Tim Peneliti mengucapkan terimakasih banyak pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah memberikan program Hibah Dikti Pada Skem Penelitian Dosen Pemula. semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat untuk masyarakat.

Referensi

- [1] Z. A. Basith and G. N. Prameswari, "Pemanfaatan Pelayanan Kesehatan di Puskesmas," *Higeia J. Public Heal. Res. Dev.*, vol. 4, no. 1, pp. 52–63, 2020.
- [2] Y. Assefa, Y. A. Gelaw, P. S. Hill, B. W. Taye, and W. Van Damme, "Community health extension program of Ethiopia, 2003-2018: Successes and challenges toward universal coverage for primary healthcare services," *Global. Health*, vol. 15, no. 1, pp. 1–11, 2019, doi: 10.1186/s12992-019-0470-1.
- [3] F. Indrasari, R. Wulandari, and D. N. Anjayanti, "Peran Resep Elektronik dalam Meningkatkan Medication Safety pada Proses Peresepan di RSI Sultan Agung Semarang," *J. Farm. Dan Ilmu Kefarmasian Indones.*, vol. 7, no. 1SI, p. 1, 2021, doi: 10.20473/jfiki.v7i1si2020.1-6.
- [4] I. S. Pradipta *et al.*, "Barriers to Optimal Tuberculosis Treatment Services at Community Health Centers: A Qualitative Study From a High Prevalent Tuberculosis Country" *Front. Pharmacol.*, vol. 13, no. March, pp. 1–12, 2022, doi: 10.3389/fphar.2022.857783.
- [5] M. E. Rahman, B. M. Sinaga, N. Harianto, and S. H. Susilowati, "Kebijakan Dukungan Domestik Untuk Menetralkan Dampak Negatif Penurunan Tarif Impor Terhadap Industri Gula Indonesia," *J. Agro Ekon.*, vol. 36, no. 2, p. 91, 2019, doi: 10.21082/jae.v36n2.2018.91-112.
- [6] K. L. Strutz, Z. Luo, J. E. Raffo, C. I. Meghea, P. Vander Meulen, and L. A. Roman, "Determining County-Level Counterfactuals for Evaluation of Population Health Interventions: A Novel Application of K-Means Cluster Analysis," *Public Health Rep.*, vol. 137, no. 5, pp. 849–859, 2022, doi: 10.1177/00333549211030507.
- [7] R. W. Grant *et al.*, "Use of Latent Class Analysis and k-Means Clustering to Identify Complex Patient Profiles," *JAMA Netw. Open*, vol. 3, no. 12, pp. 1–13, 2020, doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.29068.
- [8] Annisa Nadaa Shabrina, M. Afdal, and Siti Monalisa, "Comparison Of K-Means, K-Medoids, and Fuzzy C-Means Algorithms for Clustering Drug User's Addiction Levels," *J. Sist. Cerdas*, vol. 6, no. 2, pp. 113–122, 2023, doi: 10.37396/jsc.v6i2.313.
- [9] E. Keiller *et al.*, "Intensive community care services for children and young people in psychiatric crisis: an expert opinion," *BMC Med.*, vol. 21, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi:

- 10.1186/s12916-023-02986-5.
- [10] S. Wang, Y. Sun, and Z. Bao, "On the efficiency of k-means clustering: Evaluation, optimization, and algorithm selection," *Proc. VLDB Endow.*, vol. 14, no. 2, pp. 163–175, 2020, doi: 10.14778/3425879.3425887.
- [11] R. Saputra, L. Yulianti, and L. Elfianty, "Drug Data Clustering Based on Total Inventory and Total Demand for Drugs Using the K-means Clustering Method at Pajar Bulan Health Center," *J. Komputer, Inf. dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 137–142, 2022, doi: 10.53697/jkomitek.v2i1.784.
- [12] T. Asy Aria, M. Julkarnain, and F. Hamdani, "KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Penerapan Algoritma K-Means Clustering Untuk Data Obat," *Media Online*, vol. 4, no. 1, pp. 649–657, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i1.1117.
- [13] D. S. Siringo-Ringo, R. B. D. Tambunan, D. Yulizar, T. A. Daulay, and A. M. Husein, "Application of Data Mining for Optimal Drug Inventory in a Hospital," *Sinkron*, vol. 4, no. 1, p. 207, 2019, doi: 10.33395/sinkron.v4i1.10236.
- [14] A. Lia Hananto *et al.*, "Analysis of Drug Data Mining with Clustering Technique Using K-Means Algorithm," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1908, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1908/1/012024.
- [15] D. Astuti and C. Sundari, "Implementasi Algoritma Vigenere Cipher untuk Enkripsi dan Dekripsi pada Peresepan Data Obat di Puskesmas Mertoyudan 1 Kabupaten Magelang," *J. Tek. Inf. dan Komput.*, vol. 5, no. 2, p. 341, 2022, doi: 10.37600/tekinkom.v5i2.534.
- [16] R. W. Arini and S. Nanih, "Analisis Sistem Antrian Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (Bpjs) Kesehatan : Studi Kasus Puskesmas Margadadi," *Jural Ris. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 23–37, 2022, doi: 10.55606/jurritek.v1i1.104.
- [17] D. Yuliani and Sunarmi, "Analisis Sistem Informasi Akuntansi Persediaan Obat-Obatan (Studi Kasus pada UPT Puskesmas Ambarawa)," *J. Educ.*, vol. 06, no. 01, pp. 1–23, 2023.
- [18] S. Qi, F. Hua, S. Xu, Z. Zhou, and F. Liu, "Trends of Global Health Literacy Research (1995-2020): Analysis of Mapping Knowledge Domains Based on Citation Data Mining," *PLoS One*, vol. 16, no. 8 August, pp. 1–23, 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0254988.
- [19] S. Khalid and D. Prieto-Alhambra, "Machine Learning for Feature Selection and Cluster Analysis in Drug Utilisation Research," *Curr. Epidemiol. Reports*, vol. 6, no. 3, pp. 364–372, 2019, doi: 10.1007/s40471-019-00211-7.
- [20] R. Nainggolan and F. A. T. Tobing, "Developing HIV/AIDS Patient Profile Model Using K-Means Clustering Method," *IJNMT (International J. New Media Technol.)*, vol. 10, no. 1, pp. 35–41, 2023.
- [21] A. Voicu, N. Duteanu, M. Voicu, D. Vlad, and V. Dumitrascu, "The Rcdk and Cluster r Packages Applied to Drug Candidate Selection," *J. Cheminform.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–8, 2020, doi: 10.1186/s13321-019-0405-0.
- [22] S. Mullin *et al.*, "Longitudinal k-Means Approaches to Clustering and Analyzing Ehr Opioid use Trajectories for Clinical Subtypes," *J. Biomed. Inform.*, vol. 122, p. 103889, 2021, doi: 10.1016/j.jbi.2021.103889.
- [23] Y. Lu, Y. M. Cheung, and Y. Y. Tang, "Self-Adaptive Multiprototype-Based Competitive Learning Approach: A k-Means-Type Algorithm for Imbalanced Data Clustering," *IEEE Trans. Cybern.*, vol. 51, no. 3, pp. 1598–1612, 2021, doi: 10.1109/TCYB.2019.2916196.
- [24] R. D. Dana, A. R. Dikananda, D. Sudrajat, A. Wanto, and F. Fasya, "Measurement of Health Service Performance Through Machine Learning using Clustering Techniques," *J. Phys. Conf.*

- Ser., vol. 1360, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1360/1/012017.
- [25] Holwati, E. Widodo, and W. Hadikristanto, "Pengelompokan Untuk Penjualan Obat Dengan Menggunakan Algoritma K-Means," *Bull. Inf. Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 408–413, 2023, doi: 10.47065/bit.v4i3.848.
- [26] M. D. Marieska, S. Lestari, C. Mahendra, N. R. Oktadini, and M. A. Buchari, "Optimasi Algoritma *K-Means Clustering* dengan Parallel Processing menggunakan Framework R," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 7, no. 1, p. 70, 2021, doi: 10.26418/jp.v7i1.43400.
- [27] B. Al Kindhi, T. A. Sardjono, M. H. Purnomo, and G. J. Verkerke, "Hybrid *k-Means*, *Fuzzy c-Means*, and *Hierarchical Clustering* for DNA Hepatitis c Virus Trend Mutation Analysis," *Expert Syst. Appl.*, vol. 121, pp. 373–381, 2019, doi: 10.1016/j.eswa.2018.12.019.
- [28] I. P. Sari, O. K. Sulaiman, A.-K. Al-Khowarizmi, and M. Azhari, "Perancangan Sistem Informasi Pelayanan Masyarakat pada Kelurahan Sipagimbar dengan Metode *Prototype* Berbasis Web," *Blend Sains J. Tek.*, vol. 2, no. 2, pp. 125–134, 2023, doi: 10.56211/blendsains.v2i2.288.
- [29] Kurniawan and Syarifuddin, "Perancangan Sistem Aplikasi Pemesanan Makanan dan Minuman Pada Cafeteria NO Caffe di TANjung Balai Karimun Menggunakan Bahasa Pemrograman PHP dan MySQL," *J. Tikar*, vol. 1, no. 2, pp. 192–206, 2020.
- [30] C. Hajat, Y. Siegal, and A. Adler-Waxman, "Clustering and Healthcare Costs With Multiple Chronic Conditions in a US Study," *Front. Public Heal.*, vol. 8, no. January, pp. 1–10, 2021, doi: 10.3389/fpubh.2020.607528.