

Implementasi Algoritma K-Means Menggunakan RapidMiner untuk Klasterisasi Data Obat Pada Rumah Sakit Royal Prima

Afrahul Hidayah Siregar^a, Dohardo Dulisep Sihotang^b, Bayu Angga Wijaya^c, Saut
Dohot Siregar^{d*}

^{a,b,c,d}*Fakultas Sains dan Teknologi, Teknik Informatika, Universitas Prima Indonesia*

Corresponding Author:

^d*sautdohotsiregar@email.com*

ABSTRAK

Manajemen data obat yang efisien merupakan elemen penting dalam operasional rumah sakit untuk memastikan ketersediaan obat dan penggunaan yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma K-Means clustering menggunakan software RapidMiner untuk clustering data obat di RS Royal Prima. Dataset yang digunakan mencakup informasi seperti jenis obat, kategori, harga, dan frekuensi asupan. Proses clustering diawali dengan tahap preprocessing data, seperti pembersihan dan normalisasi. Jumlah cluster yang optimal ditentukan dengan menggunakan metode analisis siku dan analisis siluet. Hasil clustering menunjukkan bahwa data obat dapat dikelompokkan menjadi beberapa cluster besar berdasarkan karakteristik tertentu. Analisis ini membantu mengidentifikasi pola penggunaan obat yang dapat mendukung pengambilan keputusan klinis dan manajemen inventaris yang lebih baik. Implementasi ini menunjukkan bahwa penggunaan RapidMiner untuk mengelompokkan data farmasi efektif dan memberikan wawasan berharga untuk meningkatkan operasional rumah sakit.

Kata Kunci: K-Means Clustering, RapidMiner, Klasterisasi, Data Obat, Manajemen

ABSTRACT

Efficient management of drug data is a crucial element in hospital operations to ensure the availability and proper use of medications. This research aims to implement the K-Means clustering algorithm using RapidMiner software to cluster drug data at RS Royal Prima. The dataset includes information such as drug type, category, price, and intake frequency. The clustering process begins with data preprocessing stages, such as cleaning and normalization. The optimal number of clusters is determined using the elbow method and silhouette analysis. The clustering results show that drug data can be grouped into several large clusters based on specific characteristics. This analysis helps identify patterns of drug use that can support clinical decision-making and improve inventory management. This implementation demonstrates that using RapidMiner to cluster pharmaceutical data is effective and provides valuable insights to enhance hospital operations.

Keywords: K-Means Clustering, RapidMiner, Clustering, Drug Data, Inventory Management

PENDAHULUAN

Kesehatan adalah salah satu aspek paling fundamental dalam kehidupan manusia. Fungsi kesehatan meliputi berbagai aktivitas yang bertujuan untuk menjaga, meningkatkan, dan memulihkan kondisi fisik serta mental individu. Dalam layanan kesehatan rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya berperan penting dalam menyediakan pelayanan berkualitas untuk mencapai tujuan tersebut. Salah satu aspek penting dalam operasional fasilitas kesehatan adalah manajemen pengobatan. Pengelolaan obat yang baik sangat penting karena berdampak langsung pada kualitas perawatan pasien. Pengelolaan obat yang tidak tepat dapat menyebabkan efek samping serius, peningkatan biaya pengobatan, dan penurunan kualitas pelayanan medis.

Pengelolaan data obat yang efektif dan efisien sangat penting dalam operasional rumah sakit. Manajemen yang baik memastikan ketersediaan obat-obatan yang diperlukan tepat waktu dan penggunaannya secara optimal, sehingga meningkatkan kualitas layanan kesehatan dan keselamatan pasien. Di Rumah Sakit Royal Prima, karena jumlah dan jenis obat yang beragam, diperlukan sistem pengelompokan yang efisien untuk memudahkan pengelolaan inventaris dan pengambilan keputusan klinis.

Rumah Sakit Royal Prima Salah satu Rumah sakit yang terletak di Medan, Sumatera Utara. Alamat lengkapnya adalah Jalan Ayahanda, Medan Petisah, Medan, Sumatera Utara. Salah satu rumah sakit terkemuka di Medan yang menyediakan layanan kesehatan komprehensif dan berkualitas tinggi. Memiliki beberapa Poliklinik seperti Syaraf, THT, Paru, Jantung, Kebidanan dan Kandungan, Dilengkapi dengan fasilitas modern dan tenaga medis profesional, rumah sakit ini bertujuan untuk memberikan pelayanan terbaik bagi pasien. Dalam konteks pelayanan kesehatan, rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya mempunyai peranan penting dalam memberikan pelayanan kesehatan yang bermutu untuk mencapai tujuan tersebut, Sehingga dapat menjadi aspek penting dalam menjalankan fasilitas kesehatan adalah manajemen pengobatan.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengatasi tantangan ini adalah dengan melakukan pengelompokan data obat. Clustering adalah teknik dalam data mining yang mengelompokkan data ke dalam kelompok-kelompok berdasarkan karakteristik yang serupa. Algoritma K-Means Clustering adalah salah satu metode clustering yang populer dan banyak digunakan karena kemudahannya dalam penerapan serta kemampuannya mengelompokkan data dalam jumlah besar dengan cepat dan akurat.

RapidMiner adalah perangkat lunak analisis data yang menyediakan berbagai alat untuk preprocessing data, pengelompokan, dan visualisasi hasil. RapidMiner memungkinkan proses pengelompokan dilakukan dengan lebih efisien dan efektif, serta memvisualisasikan hasil pengelompokan untuk membantu dalam interpretasi data.

K-Means adalah salah satu algoritma klasterisasi yang sangat populer dan sering digunakan dalam analisis data. Algoritma ini berfungsi dengan membagi dataset menjadi sejumlah k klaster berdasarkan karakteristik yang mirip. Dalam konteks Rumah Sakit Royal Prima, K-Means dapat diterapkan untuk mengelompokkan data obat, yang mencakup informasi seperti jenis obat, kategori, harga, dan frekuensi penggunaan. Dalam algoritma ini mencari sejumlah cluster yang ditentukan dalam hal kedekatan titik data satu sama lain, untuk menentukan kebutuhan barang sehingga dapat digunakan untuk menentukan pengelompokan produk

(Afiyari, 2023). Klasterisasi ini bertujuan untuk mengungkap pola dan karakteristik yang dapat membantu dalam manajemen persediaan dan pengambilan keputusan klinis yang lebih efektif. Algoritma clustering K-Means dalam data mining sangat tepat untuk mengelola persediaan, merancang strategi penjualan, dan mengelompokkan produk ke dalam beberapa kategori seperti penjualan tinggi, penjualan rendah, dan produk yang tidak laku (Aryani, 2024).

Tujuan dari proses pengelompokan data ini adalah untuk menurunkan nilai fungsi objektif yang telah ditentukan selama tahap clustering. Umumnya, ini bertujuan untuk meminimalkan variasi dalam setiap kelompok sambil meningkatkan perbedaan antar kelompok (Holwati, 2023). Setelah data dikelompokkan, langkah berikutnya adalah melakukan Evaluasi menggunakan *Davies-Bouldin Index*.

Metode K-Means dipilih karena metode ini memerlukan data yang konkret dan jelas, bukan data yang abstrak, sehingga sesuai dengan data yang digunakan dalam pengelompokan penjualan aksesoris. Selain itu, K-Means menawarkan fleksibilitas karena pengguna dapat menentukan jumlah klaster yang akan dibentuk.

LITERATUR REVIEW

a. Data Mining

Data mining adalah metode untuk mendapatkan informasi yang berarti dari sejumlah besar data dengan menganalisis pola dan hubungan di dalamnya. Teknik ini memanfaatkan berbagai pendekatan dari statistik, kecerdasan buatan, dan pembelajaran mesin untuk mengungkapkan pola tersembunyi yang bisa digunakan dalam pengambilan keputusan.

Oleh karena itu, data mining dapat diartikan sebagai proses untuk menguraikan dan menemukan pola dalam data dengan memanfaatkan teknik statistik, matematika, dan pembelajaran mesin guna memperoleh informasi yang berguna dari data tersebut (E. Turban, 2003).

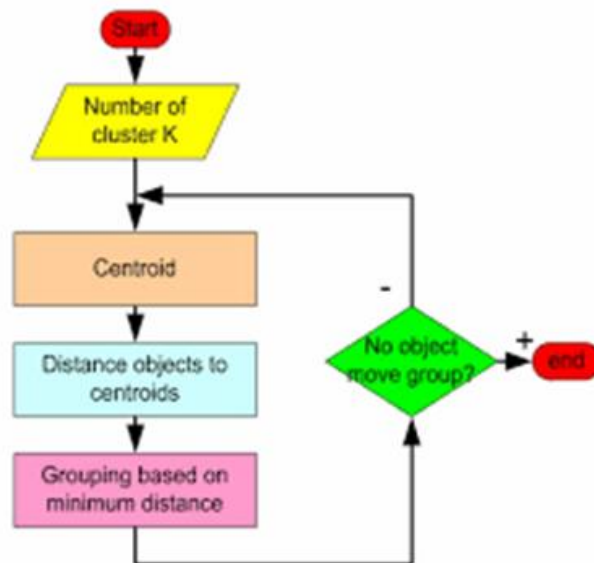


Gambar 1. Proses Data Mining

b. Algoritma K-Means

K-Means merupakan salah satu metode pengelompokan data nonhierarki (sekatan) yang berusaha mempartisi data yang ada ke dalam bentuk dua atau lebih kelompok

(Hutagalung, 2021). Algoritma ini berfungsi untuk membagi kumpulan data ke dalam beberapa kluster berdasarkan kesamaan karakteristik atau fitur. K-Means bekerja secara iteratif untuk menemukan kluster yang meminimalkan varians di dalam setiap kluster.

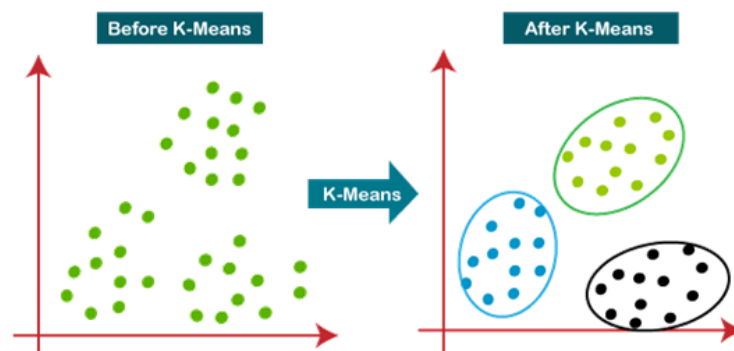


Gambar 2. Flowchart Algoritma K-Means Clustering

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma K-Means Clustering menggunakan RapidMiner untuk mengklasifikasikan data obat di Rumah Sakit Royal Prima. Diharapkan bahwa pengelompokan ini dapat mengidentifikasi pola penggunaan obat yang mendukung pengelolaan inventaris yang lebih baik dan pengambilan keputusan klinis yang lebih tepat. Penelitian ini juga bertujuan untuk menunjukkan efektivitas penggunaan RapidMiner dalam proses clustering data obat serta memberikan rekomendasi berdasarkan hasil pengelompokan yang diperoleh.

c. Clustering

Clustering adalah metode untuk mengelompokkan sekumpulan objek berdasarkan atribut atau karakteristik yang serupa dalam beberapa kategori (Ika Anikah, 2022).



Gambar 3. Scatter Plot Clustering

Beragam algoritma clustering dapat digunakan, termasuk K-Means, Hierarchical Clustering, dan DBSCAN. Di antara algoritma-algoritma ini, K-Means adalah yang paling dikenal dan mudah diterapkan, karena membagi data ke dalam jumlah kluster

yang telah ditetapkan sebelumnya. Sementara itu, Hierarchical Clustering membangun struktur klaster yang bersifat hierarkis (Nofitri, 2019).

d. Rapid Miner

RapidMiner adalah platform perangkat lunak open-source yang digunakan untuk analisis data dan pembelajaran mesin. Dirancang untuk mempermudah analisis data yang kompleks, RapidMiner menawarkan antarmuka grafis yang user-friendly, sehingga pengguna dapat membuat, mengelola, dan memvisualisasikan alur kerja analitik tanpa memerlukan keahlian pemrograman yang mendalam. Platform ini mencakup berbagai modul untuk prapemrosesan data, pemodelan, evaluasi, dan visualisasi. Platform ini mendukung sekitar 22 format file, seperti .xls, .csv, dan lain-lain. Informasi ini dapat diimpor dari berbagai database untuk tujuan analisis dan prediksi (Angra, .S, 2016).

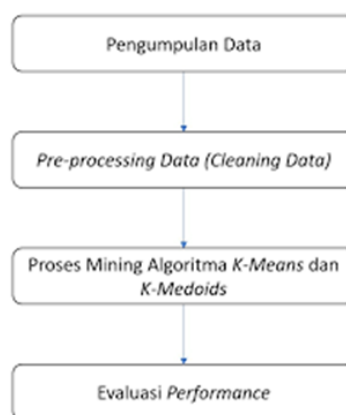


Gambar 4. Logo RapidMiner

Bagian selanjutnya dari artikel ini akan menjelaskan metode penelitian yang digunakan, termasuk deskripsi dataset, proses preprocessing, dan langkah-langkah clustering menggunakan RapidMiner. Hasil pengelompokan dan analisisnya akan disajikan untuk menggambarkan manfaat pendekatan ini dalam pengelolaan data obat di rumah sakit.

METODE

Metode penelitian ini dibuat oleh penulis dengan mengacu pada metode pengumpulan data yang melibatkan observasi dan studi pustaka terkait topik yang akan diteliti. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari database Royal Prima Hospital, mencakup informasi seperti jenis obat, harga, dan frekuensi penggunaan, yang kemudian digunakan untuk pengelompokan data. Metodologi penelitian ini terdiri dari pengumpulan data, prapemrosesan data, hingga evaluasi hasil.



Gambar 4. Alur Penelitian

a. Tahap Pengumpulan Data

Penelitian ini memanfaatkan data konkrit yang terdapat dalam database Rumah Sakit Royal Prima sebagai sumber informasi yang memiliki 1000 record data. Data tersebut diolah menjadi dataset untuk dievaluasi menggunakan metode clustering. Atribut yang diambil adalah Nama Obat, Jenis, Satuan dan Harga.

b. Tahap Clustering

Pada tahapan ini, proses clustering dilakukan dengan penetapan bobot-bobot nilai untuk setiap cluster. Bobot-bobot ini akan dianalisis lebih lanjut untuk memperoleh hasil yang akurat dan sesuai dengan tujuan penelitian.

c. Tahap Analysis

Dataset akan diolah dengan menggunakan perangkat lunak RapidMiner, memungkinkan identifikasi pola-pola penting dalam dataset yang sedang dianalisis. Hasil clustering ini akan digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dan mendalam (Prabaswara, I, 2024).

d. Tahap Evaluasi DBI

Setelah data dikelompokkan dengan algoritma K-Means Clustering, langkah selanjutnya dalam penelitian ini adalah mengevaluasi kinerja clustering menggunakan Davies-Bouldin Index (DBI) (Rahmat Hidayat, 2022). Analisis hasil DBI dilakukan untuk menilai kualitas clustering yang telah dilakukan. Proses ini melibatkan pemeriksaan apakah nilai DBI sesuai dengan ekspektasi dan identifikasi cluster yang memerlukan perbaikan atau optimalisasi.

Hasil evaluasi DBI didokumentasikan secara rinci, mencakup nilai DBI untuk setiap cluster serta interpretasi dari hasil tersebut serta memberikan gambaran jelas tentang efektivitas dan keandalan model clustering yang digunakan.

HASIL

Berdasarkan Hasil dan seluruh proses dan tahapan penelitian. Pada tahapan ini akan dibahas mengenai proses pengolahan data jumlah obat berdasarkan Evaluasi Performance Davis Bouldin Index.

a. Pre-Processing Data

Tahap yang pertama kali yang dilakukan adalah data obat dengan jumlah pembelian dalam satu Kode transaksi. Terdapat 6 atribut dalam dataset yang sudah di seleksi antara lain jenisobatalkes_nama, obatalkes_nama, jenis, sum , Total dan carabayar_nama. Setelah dilakukan pemodelan klasterisasi atribut menjadi Jumlah, Frekuensi , dan Resensi.

b. Pre-paration Data

Dari 1000 record yang telah dilakukan pemodelan periode Maret-Mei 2024, dilakukan beberapa kali transformasi pada model data agar nantinya kita dapat mengetahui berapa banyaknya permintaan pada tiap transaksi pada periode 3 bulan terakhir.

Tabel 1. Transformasi data Tahap 1

#	A	B	C	D	E	F	G
1	jenisobatalkes_nama,"obatalkes_nama","jenis","sum","sum","carabayar_nama"						
2	Alkes,"3-WAY STOP COCK COSMOMED","RI","74","1371346","Membayar"						
3	Alkes,"3-WAY STOP COCK COSMOMED","RI","71","1288332","Asuransi"						
4	Alkes,"3-WAY STOP COCK COSMOMED","RI","1481","26877268","BPJS"						
5	Alkes,"3-WAY STOP COCK COSMOMED","RI","31","561356","Perusahaan"						
6	Alkes,"3-WAY STOP COCK COSMOMED","RI","42","761248","COB"						
7	Alkes,"3-WAY STOP COCK COSMOMED","RJ","19","345116","Membayar"						
8	Alkes,"3-WAY STOP COCK COSMOMED","RJ","8","145148","Asuransi"						
9	Alkes,"3-WAY STOP COCK COSMOMED","RJ","98","1778268","BPJS"						
10	Alkes,"3-WAY STOP COCK COSMOMED","RJ","5","90656","Perusahaan"						
11	Alkes,"3-WAY STOP COCK COSMOMED","RJ","2","36328","COB"						
12	Alkes,"3WAY STOPCOCK TERUMO (SLIP TIP)","RI","1","40201","BPJS"						
13	Alkes,"9680 SINGL USE BLADE FOR 9681 CLIPP","RI","2","404800","BPJS"						
14	Alkes,"9680 SINGL USE BLADE FOR 9681 CLIPP","RI","3","612720","Perusahaan"						
15	Alkes,"ABBOCATH MED8 NO 26 (IVC EASY FEP 26G)","RI","49","2336614","BPJS"						
16	Alkes,"ABBOCATH NO 14 TERUMO","RI","6","283050","BPJS"						
17	Alkes,"ABBOCATH NO 14 TERUMO","RJ","1","47175","BPJS"						
18	Alkes,"ABBOCATH NO 16 COSMOMED","RI","1","0","BPJS"						
19	Alkes,"ABBOCATH NO 16 TERUMO","RI","1","47175","BPJS"						
20	Alkes,"ABBOCATH NO 16 TERUMO","RI","1","47175","Perusahaan"						
21	Alkes,"ABBOCATH NO 18 COSMOMED","RI","46","2168860","BPJS"						
22	Alkes,"ABBOCATH NO 18 COSMOMED","RI","4","188632","Perusahaan"						
23	Alkes,"ABBOCATH NO 18 COSMOMED","RJ","1","47158","BPJS"						
24	Alkes,"ABBOCATH NO 18 TERUMO","RI","1","47175","Asuransi"						
25	Alkes,"ABBOCATH NO 18 TERUMO","RI","22","1037000","BPJS"						
26	Alkes,"ABBOCATH NO 20 COSMOMED","RI","31","542804","Membayar"						

Pada tahap pertama, Dataset yang kita dapat mengetahui pada data tersebut masih menggunakan format .csv dan memiliki 6 atribut antara lain, jenis_obat,nama_obat,Jenis yang dikategorikan sebagai “id”, obat sebagai “Q” atau quantity, sum1 sebagai “R” atau Resensi dan sum2 sebagai “F” atau frekuensi. Data tersebut telah melalui tahap transformasi yang melibatkan recency, yaitu hasil perhitungan selisih antara Quantity dan Frekuensi.

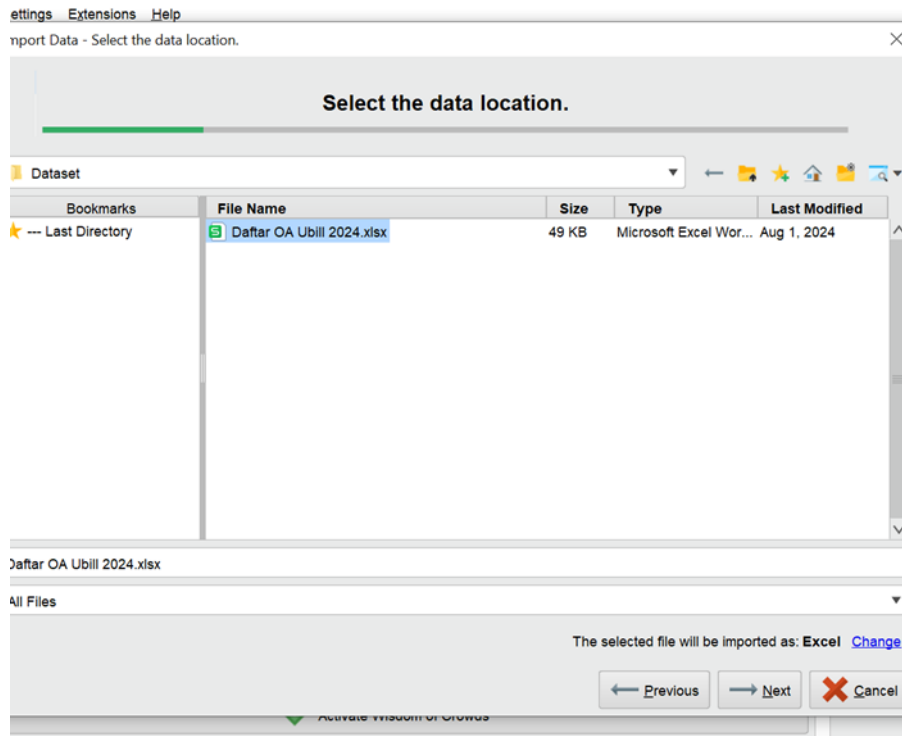
Tabel 2. Transformasi data Tahap 2

Q	F	R
5009306	74	1371346
5013288	71	1288332
5009526	14	2687726
5012803	81	8
5012803	31	561356
	42	761248
		345116

Pada tabel 2, hasil transformasi data tahap 2 menghasilkan empat atribut, yaitu Nama Obat,id yang mewakili Nama obat, Q yang mewakili Quantity atau jumlah permintaan dalam setiap transaksi, R yang mewakili Recency atau waktu transaksi antara transaksi, dan F yang mewakili Frequency atau jumlah transaksi yang dilakukan.

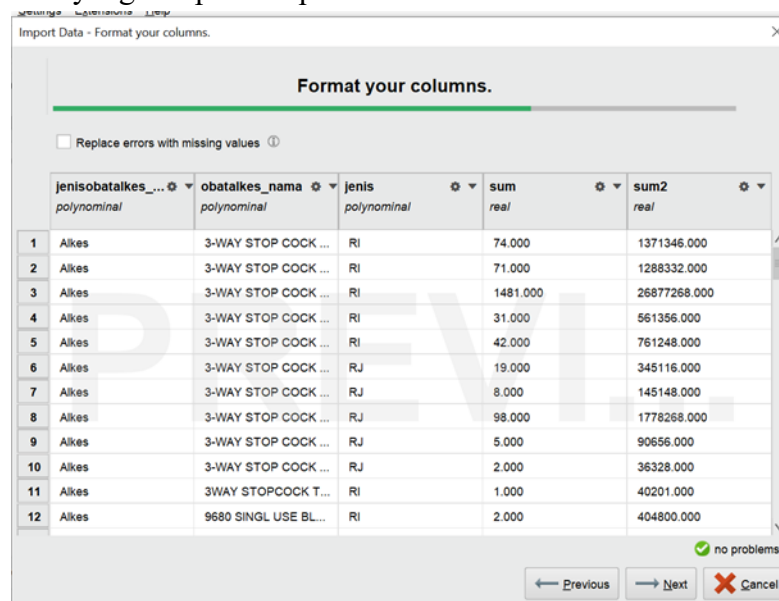
c. Cluster Modeling

Pada tahap ini, data diolah menjadi beberapa kelompok atau kluster menggunakan Algoritma K-Means melalui perangkat lunak RapidMiner. Langkah ini bertujuan untuk menentukan nilai Davies-Bouldin Index bagi setiap kluster yang diteliti ini bertujuan untuk menentukan nilai Davies-Bouldin Index (DBI) bagi setiap kluster yang diteliti.



Gambar 5. Import Dataset RapidMiner

Tahap pertama yang dilakukan adalah memasukkan dataset dengan memilih menu Import pada menu yang ada pada RapidMiner.



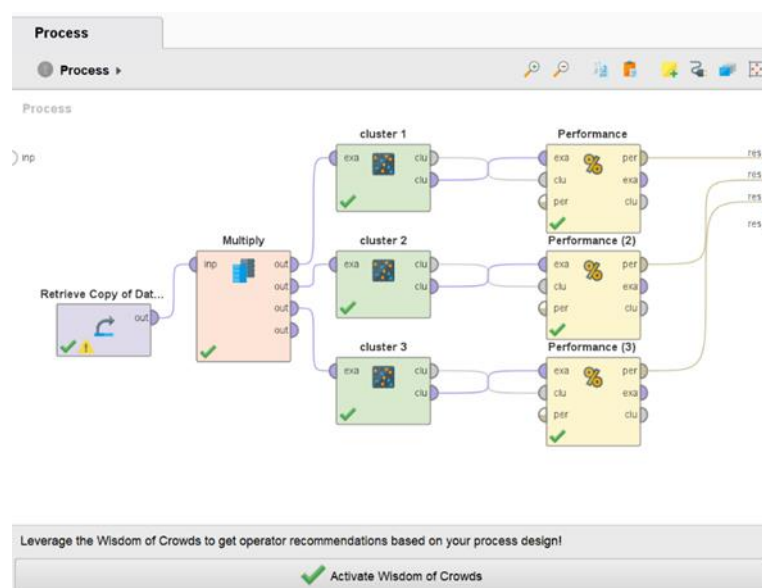
Gambar 6. Gambaran Dataset yang telah diimport

Pada Gambar 6 dijelaskan bentuk dataset yang telah diimport dan sebelum dilakukan pemodelan.

id	Q	F	R
3-WAY STOP...	5015224	74	1371346
3-WAY STOP...	5009306	71	1288332
3-WAY STOP...	5013288	1481	26877268
3-WAY STOP...	5009526	31	561356
3-WAY STOP...	5012803	42	761248
3-WAY STOP...	5012803	19	345116
3-WAY STOP...	5012803	8	145148
3-WAY STOP...	5012803	98	1778268
3-WAY STOP...	4040287	5	90656

0 examples, 1 special attribute, 3 regular attributes)

Gambar 7. Proses Modeling data di RapidMiner



Gambar 8. Proses Clustering menggunakan algoritma K-Means di RapidMiner

Setelah dilakukan Modeling pada data, kita akan melakukan proses klastering pada data. Pada gambar di atas kita membagi data menjadi 3 Klaster yang diberi nama cluster 1, cluster 2 dan cluster 3. Setelah dilakukan pembagian pada bagian Segmentasi kita akan membuat 3 Cluster Distance Performance yang diberi nama Performance, Performance (2) dan Performance (3) yang digunakan untuk menilai kualitas hasil clustering berdasarkan jarak antar dan dalam cluster. Pada bagian Performance kita akan memilih main criterion nya menjadi Davis Bouldin index agar nantinya kita dapat mengidentifikasi kualitas pengelompokan data dan melakukan penyesuaian jika diperlukan untuk meningkatkan hasil clustering.

Reporting Research Result

Langkah berikutnya dalam penelitian ini adalah melakukan evaluasi kinerja clustering menggunakan Davies-Bouldin Index (DBI). Evaluasi ini penting untuk menentukan seberapa baik kualitas clustering yang telah dilakukan dan apakah model yang digunakan efektif dalam mengelompokkan data.

Pada tahap ini kita menetapkan 3 jumlah kluster sebanyak 3 yakni 3 kluster ,5 kluster dan 7 kluster, dengan nilai tersebut kita dapat melihat Pola-pola yang diidentifikasi menunjukkan kategori yang jelas, seperti obat yang sering digunakan, obat dengan harga tinggi, dan obat dengan penggunaan yang jarang.



Gambar 9. Hasil Uji coba pada Performance (1) dengan jumlah kluster sebanyak 3



Gambar 10. Hasil DBI pada Performance (2) dengan jumlah kluster sebanyak 5



Gambar 11. Hasil Uji coba pada Performance (3) dengan jumlah kluster sebanyak 7

PEMBAHASAN

Pada tahap Pertama, algoritma K-Means digunakan dengan tiga kluster. Hasil evaluasi menggunakan Davies-Bouldin Index (DBI) menunjukkan nilai -0.228, yang mengindikasikan bahwa dengan 3 kluster, model clustering mampu membentuk cluster yang cukup kompak dan terpisah dengan baik satu sama lain. Kluster yang terbentuk memperlihatkan pola yang

cukup jelas, seperti obat-obatan yang sering digunakan, obat dengan harga tinggi, dan obat dengan frekuensi penggunaan yang jarang.

Kemudian, algoritma K-Means diterapkan dengan lima kluster. Evaluasi DBI untuk lima kluster menunjukkan nilai -0.300, yang lebih rendah dibandingkan dengan tiga kluster, menandakan adanya peningkatan dalam kualitas clustering. Dengan 5 kluster, pola yang teridentifikasi menjadi lebih rinci dan spesifik, meskipun beberapa kluster mungkin tidak tampak sepenuhnya terpisah dengan baik.

Terakhir, Pada penerapan dengan 7 kluster, nilai DBI meningkat tajam menjadi -3.330, yang menandakan penurunan kualitas clustering yang signifikan. Kluster menjadi lebih kecil dan spesifik, tetapi jarak antar kluster menjadi kurang signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun jumlah kluster bertambah, pemisahan antar kluster menjadi kurang optimal, dan beberapa kluster mungkin tidak memberikan informasi yang bermanfaat untuk analisis lebih lanjut.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa nilai DBI optimal ditemukan pada tiga kluster dengan nilai -0.228. Semakin kecil nilai Davies-Bouldin Index (DBI), semakin baik clustering data yang diuji.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa algoritma K-Means Clustering dapat diterapkan secara efektif menggunakan RapidMiner untuk mengelompokkan data dan mengidentifikasi pola-pola tertentu dalam dataset Rumah Sakit Royal Prima. Evaluasi menggunakan Davies-Bouldin Index menunjukkan bahwa sebagian besar cluster yang terbentuk memiliki kualitas yang baik, mendukung efektivitas model clustering yang digunakan. Rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut mencakup eksplorasi metode clustering lain, peningkatan dalam proses prapemrosesan data, serta penggunaan dataset yang lebih besar dan lebih beragam. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam mendukung pengambilan keputusan dalam manajemen dan klinis di Rumah Sakit Royal Prima.

BATASAN

Hasil implementasi penulis menegaskan bahwa meskipun penambahan jumlah kluster dapat memberikan detail yang lebih mendalam, ada batas optimal yang harus diperhatikan untuk memastikan efektivitas dan kegunaan clustering tetap terjaga dalam analisis yang lebih mendalam dan keterbatasan antara lain adalah :

- Keterbatasan Evaluasi dengan DBI: Davies-Bouldin Index (DBI) digunakan sebagai salah satu metrik untuk menilai kualitas clustering.
- Keterbatasan ini menunjukkan bahwa diperlukan metrik evaluasi tambahan untuk mendapatkan gambaran yang lebih menyeluruh tentang kualitas clustering.

DAFTAR PUSTAKA

Afiyari, N., Suarna, N., & Rahaningsi, N. (2023). Implementasi data mining Transaksi Penjualan Menggunakan Algoritma clustering dengan Metode K-means. *Jurnal SAINTEKOM*, 13(1), 100-110. doi:10.33020/saintekom.v13i1.402

- ANGRA, S., & AHUJA, S. (2016). Analysis of student's data using rapid miner. *Journal on Today's Ideas - Tomorrow's Technologies*, 4(1), 49-58. doi:10.15415/jotitt.2016.41004
- Aryani, D., Irawan, B., & Bahtiar, A. (2024). Implementasi data mining pada data penjualan pakaian menggunakan algoritma K-means dengan optimize parameter grid. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(2), 1673-1680. doi:10.36040/jati.v8i2.9147
- Hutagalung, J., & Sonata, F. (2021). Penerapan Metode K-means Untuk Menganalisis Minat Nasabah. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 5(3), 1187. doi:10.30865/mib.v5i3.3113
- Ika Anikah, Agus Surip, Nela Puji Rahayu, Muhammad Harun Al- Musa, & Edi Tohidi. (2022). Pengelompokan data Barang Dengan Menggunakan Metode K-means Untuk Menentukan Stok Persediaan Barang. *KOPERTIP : Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer*, 4(2), 58-64. doi:10.32485/kopertip.v4i2.120
- Mardalius, M. (2018). Pemanfaatan rapid miner studio 8.2 untuk pengelompokan data penjualan aksesoris menggunakan algoritma K-means. doi:10.31219/osf.io/dwt2m
- Nofitri, R., & Irawati, N. (2019). Analisis data hasil keuntungan menggunakan software rapidminer. *JURTEKSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, 5(2), 199-204. doi:10.33330/jurteks.v5i2.365
- Prabaswara, I., Pertiwi, D. A., & Jumanto, J. (2024). Analysis of K-means clustering algorithm in advanced country clustering using rapid miner. *Journal of Student Research Exploration*, 2(2), 101-110. doi:10.52465/josre.v2i2.337
- A robust image retrieval method using multi-hierarchical agglomerative clustering and Davis-Bouldin index. (2022). *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 15(2), 441-453. doi:10.22266/ijies2022.0430.40
- A robust image retrieval method using multi-hierarchical agglomerative clustering and Davis-Bouldin index. (2022). *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 15(2), 441-453. doi:10.22266/ijies2022.0430.40