

Implementasi Teknik Klustering K-Means Untuk Optimalisasi Alokasi Sumber Daya Di Rumah Sakit

Joni Maulindar¹, Raafika Studiviani Dwi Binuko²

¹Teknik Informatika/ Ilmu Komputer
Jl. Bhayangkara No. 55 Surakarta
¹*joni_maulindar@udb.ac.id

²Kedokteran/kedokteran
Jl. A. Yani Tromol Pos 1, Gonilan, Kartasura
²rsd554@ums.ac.id

Abstrak— Alokasi sumber daya perlu dioptimasi untuk meningkatkan efisiensi manajemen rumah sakit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengelompokkan pasien berdasarkan karakteristik pasien guna meningkatkan efisiensi manajemen rumah sakit. Metode yang digunakan adalah klustering K-Means dengan variabel usia, jenis kelamin, diagnosa utama, frekuensi kunjungan, jenis perawatan, jenis obat, prosedur medis, lama perawatan, waktu tunggu, utilisasi ruang, jumlah pasien per tenaga medis, dan kepuasan pasien. Variabel-variabel ini dipilih karena mencerminkan faktor-faktor penting yang mempengaruhi kebutuhan perawatan pasien dan penggunaan sumber daya rumah sakit. Hasil menunjukkan bahwa dengan Silhouette Score sebesar 0.457, klaster yang terbentuk memiliki tingkat keterpisahan yang cukup baik. Silhouette Score mengindikasikan seberapa mirip objek dalam satu klaster dibandingkan dengan objek di klaster lainnya, dan skor ini menunjukkan bahwa sebagian besar pasien dalam klaster memiliki karakteristik yang serupa. Davies-Bouldin Index sebesar 0.831 menandakan bahwa klaster-klaster tersebut memiliki pemisahan yang jelas dan kompak. Nilai Davies-Bouldin yang rendah menunjukkan bahwa klaster yang terbentuk memiliki jarak internal yang kecil dan jarak antar klaster yang besar, yang berarti bahwa klaster tersebut terdefinisi dengan baik. Inertia sebesar 1662.2 mengindikasikan bahwa data dalam klaster terkelompok dengan baik. Inertia mengukur seberapa erat data dalam satu klaster terkelompok dan semakin kecil nilainya, semakin baik klaster tersebut dalam mengelompokkan data. Metode klustering K-Means terbukti efektif dalam mengelompokkan pasien berdasarkan berbagai variabel penting. Hasil klustering ini memberikan informasi yang berharga bagi manajemen rumah sakit untuk mengoptimalkan alokasi sumber daya.

Kata kunci— Klustering K-Means, Manajemen Rumah Sakit, Alokasi Sumber Daya, Efisiensi Operasional

Abstract— Resource allocation needs to be optimized to improve the efficiency of hospital management. The aim of this study is to cluster patients based on their characteristics to enhance hospital management efficiency. The method used is K-Means clustering with variables such as age, gender, primary diagnosis, visit frequency, type of care, type of medication, medical procedure, length of stay, wait time, room utilization, number of patients per medical staff, and patient satisfaction. These variables were chosen because they reflect important factors that influence patient care needs and the utilization of hospital resources. The results show that with a Silhouette Score of 0.457, the formed clusters have a fairly good level of separation. The Silhouette Score indicates how similar an object is within a cluster compared to objects in other clusters, and this score shows that most patients in the cluster have similar characteristics. The Davies-Bouldin Index of 0.831 indicates that the clusters are clearly and compactly separated. A low Davies-Bouldin value indicates that the formed clusters have small internal distances and large inter-cluster distances, meaning that the clusters are well-defined. An inertia value of 1662.2 indicates that the data within the clusters are well-grouped. Inertia measures how closely the data within a cluster are grouped together, and the smaller the value, the better the cluster in grouping the data. The K-Means clustering method has proven effective in clustering patients based on various important variables. These clustering results provide valuable information for hospital management to optimize resource allocation..

Keywords— K-Means clustering, hospital management, resource allocation, operational efficiency.

I. PENDAHULUAN

Manajemen rumah sakit merupakan aspek krusial dalam penyediaan layanan kesehatan yang efektif dan efisien. Salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh manajemen rumah sakit adalah alokasi sumber daya yang optimal, termasuk tenaga medis, peralatan, dan fasilitas. Ketidakmampuan dalam mengelola sumber daya ini dapat mengakibatkan pelayanan yang tidak memadai, peningkatan waktu tunggu pasien, dan pemborosan biaya operasional. Sumber daya yang tidak dikelola dengan baik juga dapat berdampak negatif pada kualitas layanan

kesehatan, yang pada gilirannya mempengaruhi tingkat kepuasan pasien dan reputasi rumah sakit.

Dalam konteks ini, teknik klustering data mining, khususnya algoritma K-Means, menawarkan solusi potensial untuk mengatasi masalah alokasi sumber daya di rumah sakit. K-Means adalah metode klustering yang dapat mengelompokkan data berdasarkan kesamaan karakteristik, yang dalam kasus rumah sakit dapat berupa data pasien, pola penyakit, atau kebutuhan perawatan. Dengan menggunakan K-Means, manajemen rumah sakit dapat mengidentifikasi kelompok pasien dengan

kebutuhan yang serupa, sehingga memungkinkan alokasi sumber daya yang lebih tepat sasaran dan efisien. Selain itu, teknik ini juga dapat membantu dalam mengidentifikasi tren dan pola yang tersembunyi dalam data, yang dapat digunakan untuk perencanaan strategis dan pengambilan keputusan yang lebih baik.

Meski memiliki potensi besar, penerapan teknik klastering K-Means dalam manajemen rumah sakit masih menghadapi sejumlah tantangan. Salah satunya adalah kualitas data yang digunakan, karena data medis sering kali bersifat kompleks dan tidak terstruktur. Tantangan lainnya adalah kebutuhan akan infrastruktur teknologi yang memadai serta keterampilan analitis dari staf yang mengelola sistem ini. Namun, dengan implementasi yang tepat, teknik ini dapat memberikan nilai tambah yang signifikan dalam upaya meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas layanan kesehatan di rumah sakit.

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan teknik klastering K-Means guna optimalisasi alokasi sumber daya di rumah sakit. Dengan penerapan teknik ini, diharapkan dapat diidentifikasi kelompok-kelompok pasien berdasarkan kebutuhan perawatan yang serupa, sehingga manajemen rumah sakit dapat mengalokasikan sumber daya dengan lebih efisien dan tepat sasaran. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi dampak penerapan teknik klastering K-Means terhadap efisiensi operasional dan kualitas pelayanan kesehatan di rumah sakit.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan teknik klastering K-Means untuk

menganalisis data pasien di rumah sakit. Data yang digunakan mencakup informasi demografis, riwayat medis, dan kebutuhan perawatan pasien. Proses penelitian dimulai dengan pengumpulan data dari sistem informasi manajemen rumah sakit (SIMRS), dilanjutkan dengan pra-pemrosesan data untuk memastikan kualitas dan konsistensi. Algoritma K-Means kemudian diterapkan untuk mengelompokkan pasien ke dalam beberapa klaster berdasarkan karakteristik yang serupa. Hasil klastering dianalisis untuk mengevaluasi pola dan tren yang muncul, serta dampaknya terhadap alokasi sumber daya dan efisiensi operasional rumah sakit.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

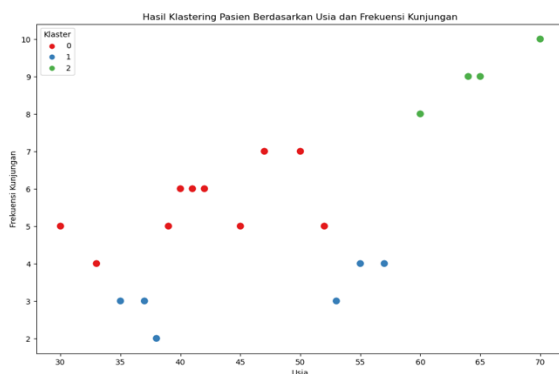
Penelitian ini menggunakan sejumlah variabel penting untuk menganalisis optimalisasi alokasi sumber daya di rumah sakit. Variabel-variabel tersebut meliputi usia pasien dan jenis kelamin yang diwakili dengan angka 1 untuk laki-laki dan 2 untuk perempuan. Diagnosa utama pasien dikategorikan menjadi tiga: jantung, diabetes, dan hipertensi. Frekuensi kunjungan mengukur seberapa sering pasien datang ke rumah sakit. Jenis perawatan dibedakan antara rawat inap, rawat jalan, dan konsultasi. Jenis obat yang digunakan juga dikategorikan menjadi tiga: Obat A, B, dan C. Prosedur medis mencakup operasi, terapi, dan pemeriksaan. Lama perawatan diukur dalam hari, sedangkan waktu tunggu pasien diukur dalam menit. Utilisasi ruang menunjukkan persentase penggunaan fasilitas rumah sakit, jumlah pasien per tenaga medis mengukur beban kerja tenaga medis, dan kepuasan pasien dinilai pada skala 1 hingga 10.

D. Tabel 1. Data Penelitian

ID Pasien	Usia	Jenis Kelamin (1=L, 2=P)	Diagnosa Utama (1=Jantung, 2=Diabetes, 3=Hipertensi)	Frekuensi Kunjungan	Jenis Perawatan (1=Rawat Inap, 2=Rawat Jalan, 3=Konsultasi)	Jenis Obat (1=Obat A, 2=Obat B, 3=Obat C)	Prosedur Medis (1=Operasi, 2=Terapi, 3=Pemeriksaan)	Lama Perawatan (hari)	Waktu Tunggu (menit)	Utilisasi Ruang (%)	Jumlah Pasien per Tenaga Medis	Kepuasan Pasien (1-10)
1	45	1	1	5	2	1	3	2	30	80	5	8
2	60	2	2	8	1	2	1	10	40	70	4	7
3	35	1	3	3	3	3	2	1	25	60	6	9
4	50	2	1	7	2	1	3	4	20	75	5	8
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

17	41	1	2	6	1	2	1	8	30	85	4	7	
18	57	2	3	4	3	3	2	2	20	65	6	9	
19	39	1	1	5	2	1	3	3	25	80	5	8	
20	64	2	2	9	1	2	1	10	40	70	4	7	

Dari data yang dianalisis, terlihat bahwa pasien memiliki berbagai karakteristik yang mempengaruhi jenis perawatan dan sumber daya yang dibutuhkan di rumah sakit. Usia pasien bervariasi dari 30 hingga 70 tahun dengan berbagai diagnosis utama seperti jantung, diabetes, dan hipertensi. Frekuensi kunjungan berkisar antara 2 hingga 10 kali, menunjukkan intensitas kebutuhan perawatan medis yang berbeda. Jenis perawatan termasuk rawat inap, rawat jalan, dan konsultasi, dengan durasi perawatan mulai dari 1 hingga 12 hari. Waktu tunggu pasien berkisar antara 20 hingga 40 menit, dan tingkat pemanfaatan ruang rumah sakit bervariasi antara 60% hingga 85%. Jumlah pasien per tenaga medis berada di antara 4 hingga 6, yang mencerminkan beban kerja tenaga medis. Kepuasan pasien berkisar dari 7 hingga 9, menunjukkan umumnya tingkat kepuasan yang tinggi terhadap layanan yang diberikan.



Gambar 1. Hasil Klastering Pasien

Gambar 1 menunjukkan hasil klastering pasien berdasarkan usia dan frekuensi kunjungan. Terdapat tiga klaster yang ditandai dengan warna berbeda: merah (klaster 0), biru (klaster 1), dan hijau (klaster

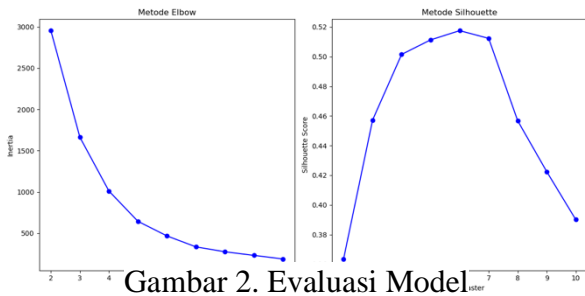
2). Klaster 0 memiliki rentang usia yang cukup lebar, mulai dari 30 hingga 50 tahun, dengan frekuensi kunjungan yang berkisar antara 4 hingga 7 kali. Klaster 1 memiliki rentang usia yang lebih sempit, sekitar 35 hingga 57 tahun, dengan frekuensi kunjungan yang berkisar antara 3 hingga 4 kali. Klaster 2 memiliki rentang usia yang lebih sempit, sekitar 60 hingga 70 tahun, dengan frekuensi kunjungan yang tinggi, sekitar 8 hingga 10 kali. Berdasarkan hasil klastering ini, dapat dilihat bahwa pasien dengan usia yang lebih muda cenderung memiliki frekuensi kunjungan yang lebih rendah, sedangkan pasien dengan usia yang lebih tua cenderung memiliki frekuensi kunjungan yang lebih tinggi.

Tabel 2. Evaluasi Model

Metode Evaluasi	Nilai
Silhouette Score	0.4572862921949673
Davies-Bouldin Index	0.8313886360220927
Inertia	1662.02.00

Hasil pengolahan data klastering pada tabel 2 menunjukkan bahwa Silhouette Score sebesar 0.457 mengindikasikan bahwa klaster yang terbentuk cukup baik dengan tingkat keterpisahan antar klaster yang memadai. Davies-Bouldin Index sebesar 0.831 menandakan bahwa rata-rata rasio jarak internal ke jarak antar klaster cukup rendah, menunjukkan klaster yang terbentuk tidak terlalu tumpang tindih dan memiliki pemisahan yang jelas. Inertia sebesar 1662.2 menunjukkan total jarak kuadrat dalam klaster, yang mencerminkan seberapa erat data dalam klaster terkelompok. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa teknik klastering K-

Means berhasil mengelompokkan data pasien dengan cukup baik, meskipun masih ada ruang untuk peningkatan lebih lanjut dalam pemisahan dan keterkaitan kluster.



Gambar 2. Evaluasi Model

Gambar 2 menunjukkan hasil evaluasi model clustering menggunakan metode elbow dan silhouette. Pada metode elbow, terlihat bahwa penurunan inertia mulai berkurang setelah jumlah cluster 3, sehingga bisa disimpulkan bahwa jumlah cluster yang ideal adalah 3. Metode silhouette menunjukkan bahwa skor silhouette tertinggi dicapai pada jumlah cluster 7.

Secara umum, kedua metode memberikan hasil yang berbeda. Metode elbow lebih menekankan pada penurunan inertia, sedangkan metode silhouette lebih menekankan pada kohesi dan pemisahan cluster. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa jumlah cluster optimal yang dapat dipilih adalah 3 atau 7. Pemilihan jumlah cluster yang ideal harus mempertimbangkan trade-off antara kompleksitas model dengan performa yang diharapkan.

IV. KESIMPULAN

Hasil analisis klustering menggunakan algoritma K-Means pada data rumah sakit menunjukkan beberapa temuan penting. Dengan Silhouette Score sebesar 0.457, kluster yang terbentuk memiliki tingkat keterpisahan yang cukup baik, meskipun ada beberapa tumpang tindih antar kluster. Davies-Bouldin Index sebesar 0.831 menunjukkan bahwa kluster memiliki pemisahan yang jelas dengan rasio jarak internal ke jarak antar kluster yang rendah, menandakan bahwa kluster-kluster yang terbentuk relatif kompak dan berbeda satu sama lain. Inertia sebesar 1662.2 menunjukkan total jarak kuadrat dalam kluster, mengindikasikan bahwa data dalam kluster terkelompok dengan cukup baik. Secara keseluruhan, metode klustering ini berhasil

mengelompokkan data pasien dengan baik, memberikan gambaran yang lebih jelas tentang profil pasien dan kebutuhan perawatan mereka. Hasil ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan alokasi sumber daya dan meningkatkan efisiensi operasional rumah sakit.

Untuk meningkatkan kualitas klustering, disarankan untuk mengeksplorasi metode klustering lain seperti DBSCAN atau Gaussian Mixture Models. Selain itu, mempertimbangkan penambahan lebih banyak variabel terkait kesehatan pasien dapat membantu menghasilkan kluster yang lebih akurat dan bermakna.

REFERENSI

- [1] S. M. Metev and V. P. Veiko, *Laser Assisted Microtechnology*, 2nd ed., R. M. Osgood, Jr., Ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1998.
- [2] J. Breckling, Ed., *The Analysis of Directional Time Series: Applications to Wind Speed and Direction*, ser. *Lecture Notes in Statistics*. Berlin, Germany: Springer, 1989, vol. 61.
- [3] S. Zhang, C. Zhu, J. K. O. Sin, and P. K. T. Mok, "A novel ultrathin elevated channel low-temperature poly-Si TFT," *IEEE Electron Device Lett.*, vol. 20, pp. 569–571, Nov. 1999.
- [4] M. Wegmuller, J. P. von der Weid, P. Oberson, and N. Gisin, "High resolution fiber distributed measurements with coherent OFDR," in *Proc. ECOC'00*, 2000, paper 11.3.4, p. 109.
- [5] R. E. Sorace, V. S. Reinhardt, and S. A. Vaughn, "High-speed digital-to-RF converter," U.S. Patent 5 668 842, Sept. 16, 1997.
- [6] (2002) The IEEE website. [Online]. Available: <http://www.ieee.org/>
- [7] M. Shell. (2002) IEEEtran homepage on CTAN. [Online]. Available: <http://www.ctan.org/tex-archive/macros/latex/contrib/supported/IEEEtran/>
- [8] FLEXChip Signal Processor (MC68175/D), Motorola, 1996.
- [9] "PDCA12-70 data sheet," Opto Speed SA, Mezzovico, Switzerland.
- [10] A. Karnik, "Performance of TCP congestion control with rate feedback: TCP/ABR and rate adaptive TCP/IP," M. Eng. thesis, Indian Institute of Science, Bangalore, India, Jan. 1999.
- [11] J. Padhye, V. Firoiu, and D. Towsley, "A stochastic model of TCP Reno congestion avoidance and control," Univ. of Massachusetts, Amherst, MA, CMPSCI Tech. Rep. 99-02, 1999.
- [12] Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification, IEEE Std. 802.11, 1997