

ANALISIS POLA PEMAKAIAN OKSIGEN RUMAH SAKIT DAN OPTIMALISASI MANAJEMEN STOK MENGGUNAKAN METODE DATA MINING

Luthfi Hidayat Ishadi¹, Denni Pratama², Riri Narasati³, Ade Irma Purnamasari⁴.

Program Studi Manajemen Informatika¹²
Program Studi Teknik Informatika³⁴

STMIK IKMI Cirebon
<https://ikmi.ac.id/page/18/?lang=de>
hidayatlutfi429@gmail.com

(*) Corresponding Author : email : hidayatlutfi429@gmail.com
Published : 30 Januari 2026

Abstract—This research aims to enhance the efficiency of retail store management by implementing the K-Means Clustering algorithm to categorize transactional sales data at Arino Store. K-Means Clustering was selected as the primary algorithm for its ability to group data into clusters based on similar characteristics. Transactional sales data collected from Arino Store serves as the main analytical focus to evaluate the success of the algorithm's implementation. The research methodology involves data processing steps, such as cleaning and transforming data, to ensure accuracy and readability of the analysis results. Subsequently, the K-Means Clustering algorithm is implemented to categorize transactional sales data into more structured groups. The outcomes of this categorization are expected to provide valuable insights into sales patterns, customer preferences, and optimal product placement within the store. Analysis and evaluation of the implementation results are conducted through performance evaluation metrics of K-Means, such as Sum of Squared Errors (SSE) and silhouette index. Additionally, the impact of the implementation on store management efficiency is assessed through a comparison of performance before and after algorithm implementation. The results of this research are anticipated to make a positive contribution to Arino Store's product arrangement strategy, improve data-driven decision-making, and ultimately enhance customer service quality and store profitability..

Keyword : Machine Learning, Data Mining, Penjualan Barang, K-Means

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi manajemen toko retail dengan menerapkan metode algoritma K-Means Clustering dalam mengelompokkan data transaksi penjualan barang di Toko Arino. K-Means Clustering dipilih sebagai algoritma utama karena kemampuannya dalam mengelompokkan data ke dalam cluster berdasarkan karakteristik yang serupa. Data transaksi penjualan barang yang dikumpulkan dari Toko Arino menjadi objek analisis utama untuk mengevaluasi keberhasilan implementasi algoritma. Metodologi penelitian melibatkan langkah-langkah pemrosesan data, seperti pembersihan dan transformasi data, untuk memastikan keakuratan dan keterbacaan hasil analisis. Selanjutnya, algoritma K-Means Clustering diimplementasikan untuk mengelompokkan data transaksi penjualan ke dalam kategori yang lebih terstruktur. Hasil dari pengelompokkan ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berharga terkait pola penjualan, preferensi pelanggan, dan penempatan optimal barang di dalam toko. Analisis dan evaluasi hasil implementasi dilakukan melalui metrik evaluasi kinerja K-Means, seperti SSE (*Sum of Squared Errors*) dan siluet index. Selain itu, dampak implementasi terhadap efisiensi manajemen toko juga dievaluasi melalui perbandingan kinerja sebelum dan sesudah penerapan algoritma. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap strategi penataan barang di Toko Arino, meningkatkan pengambilan keputusan berbasis data, dan pada akhirnya, meningkatkan kualitas layanan kepada pelanggan serta profitabilitas toko

Kata Kunci : Machine Learning, Data Mining, Penjualan Barang, K-Means,

INTRODUCTION

Rumah sakit merupakan organisasi layanan kesehatan yang kinerjanya sangat dipengaruhi

oleh kemampuan mengelola sumber daya dan informasi secara efektif, termasuk pemanfaatan teknologi informasi untuk meningkatkan kualitas

layanan dan efisiensi internal. Dalam praktik operasional, ketersediaan logistik medis (termasuk persediaan yang bersifat kritis) menuntut tata kelola yang baik agar keputusan manajerial tidak hanya reaktif, tetapi berbasis bukti dan data sehingga mendukung mutu layanan dan inovasi manajemen. Sejalan dengan itu, pemanfaatan analitik data (*analytics*) secara umum mendorong pengambilan keputusan manajerial yang lebih berbasis wawasan analitis (*analytics-based decision making*), meskipun efektivitasnya juga dipengaruhi keterampilan kuantitatif manajer dan kemampuan komunikasi/kolaborasi analis.

Dalam konteks rumah sakit, penguatan sistem informasi dan pengelolaan data Kesehatan termasuk pemanfaatan sistem informasi pelayanan serta pemahaman rekam medis elektronik dipandang penting untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan data dan mendukung proses operasional yang lebih baik (Sukmawati et al., 2024; Soraya et al., 2023). Dengan demikian, ketersediaan data operasional yang memadai dan berkualitas menjadi prasyarat bagi analisis pola pemakaian sumber daya (misalnya oksigen) dan perencanaan persediaan yang lebih andal (Thirathon et al., 2022; Sukmawati et al., 2024; Soraya et al., 2023; Kumar et al., 2023).

Data mining menyediakan pendekatan komputasional untuk mengekstraksi pola dan struktur dari data, termasuk ketika label/kelas tidak tersedia (misalnya mengelompokkan hari/periode pemakaian berdasarkan kemiripan pola) (Chen et al., 2019; Kauffmann et al., 2020). Salah satu teknik kunci dalam *data mining* adalah *clustering* (klasterisasi), yaitu metode *unsupervised learning* yang bertujuan mengelompokkan data tidak berlabel ke dalam beberapa *cluster* berdasarkan kemiripan (Chen et al., 2019; Kauffmann et al., 2020). Relevansi *clustering* untuk persoalan persediaan di fasilitas kesehatan ditunjukkan pada studi pengelompokan data obat di layanan primer, yang menekankan bahwa *data mining* dapat membantu mengendalikan stok agar tidak terjadi penumpukan maupun kekosongan [7]. Walaupun studi tersebut berfokus pada obat, prinsip masalahnya analog dengan logistik kritis lain yakni kebutuhan untuk memahami pola konsumsi agar perencanaan persediaan lebih efektif sehingga pendekatan serupa secara metodologis dapat menjadi dasar untuk analisis pemakaian oksigen dan penentuan kebijakan stok (Syahputra & Yasir, 2023; Chen et al., 2019; Kauffmann et al., 2020).

Lebih luas, analitik bisnis/teknologi di sektor jasa (termasuk kesehatan) diposisikan sebagai sarana untuk mengidentifikasi pola, tren, dan wawasan dari kumpulan data besar (misalnya data pasien dan operasional), sehingga keputusan operasional dan perencanaan sumber daya dapat lebih tepat (Kumar et al., 2023; Thirathon et al., 2022). Karena itu, analisis pola pemakaian oksigen berbasis *data mining* dapat dipandang sebagai upaya menyelaraskan pengelolaan logistik rumah sakit dengan paradigma pengambilan keputusan berbasis analitik, yang dalam studi lintas organisasi terbukti mendorong manajer lebih banyak mendasarkan keputusan pada *insight* analitis (Thirathon et al., 2022; Kumar et al., 2023).

Analisis pola pemakaian oksigen pada dasarnya berurusan dengan variasi perilaku konsumsi menurut waktu, unit layanan, atau karakteristik pasien. Pada situasi seperti ini, *clustering* berguna untuk menemukan struktur laten misalnya kelompok periode “pemakaian tinggi”, “sedang”, dan “rendah” tanpa memerlukan label awal (Chen et al., 2019; Kauffmann et al., 2020). Namun, literatur juga menegaskan keterbatasan praktik klasterisasi tradisional: banyak algoritma hanya menghasilkan pembagian *cluster* tanpa menjawab pertanyaan “mengapa” suatu titik data masuk ke *cluster* tertentu (Chen et al., 2019; Kauffmann et al., 2020). Masalah interpretabilitas ini menjadi signifikan pada domain berisiko tinggi seperti kesehatan, karena keputusan persediaan yang diturunkan dari *cluster* harus dapat dipertanggungjawabkan kepada pemangku kepentingan (manajemen, penanggung jawab logistik, dan klinisi) (Bobek et al., 2022; Amini et al., 2023).

Sejumlah pendekatan *explainable AI* untuk klasterisasi menunjukkan arah solusi: tugas *unsupervised* dapat ditransformasikan menjadi tugas *supervised* untuk menghasilkan aturan penjas (misalnya pohon keputusan) atau prototipe multidimensi yang menangkap bentuk/sebaran *cluster* lebih baik daripada sekadar centroid (Thrun & Ultsch, 2021; Bobek et al., 2022). Di sisi lain, penelitian tentang “penjelasan yang baik” untuk k-means/k-median menekankan bahwa keterjelasan sering dioperasionalkan melalui struktur aturan (contoh: pohon keputusan dengan jumlah daun setara jumlah *cluster*), namun terdapat tantangan algoritmik untuk memperoleh penjelasan yang ringkas sekaligus representatif (Bandyapadhyay et al., 2022; Bobek et al., 2022). Bahkan, pendekatan optimisasi multi-objektif diusulkan khusus untuk menghasilkan penjelasan klaster yang lebih singkat dan mudah dipahami dibanding mekanisme pohon keputusan yang berpotensi terlalu kompleks (Chen et al., 2019; Bandyapadhyay et al., 2022).

Dengan demikian, untuk analisis pemakaian oksigen, keluaran *clustering* yang “dapat dijelaskan” menjadi penting agar hasil pengelompokan tidak berhenti pada segmentasi historis, tetapi dapat diinterpretasi sebagai dasar kebijakan stok (misalnya penetapan *reorder point* atau batas minimum) yang transparan dan dapat diaudit (Chen et al., 2019; Bobek et al., 2022; Bandyapadhyay et al., 2022).

Kelayakan penelitian analisis pola pemakaian oksigen dan optimasi stok sangat bergantung pada ketersediaan data yang sistematis. Literatur terkait layanan kesehatan menekankan pentingnya penerapan sistem informasi pelayanan kesehatan di rumah sakit untuk mendukung pertukaran informasi internal dan peningkatan kualitas layanan melalui TI [1]. Selain itu, peningkatan pemahaman dan implementasi rekam medis elektronik dipandang dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan data kesehatan, yang pada gilirannya memperkaya basis data untuk analitik operasional (Soraya et al., 2023; Sukmawati et al., 2024). Dari perspektif pengambilan keputusan, bukti empiris lintas organisasi menunjukkan bahwa pemanfaatan *big data analytics* menciptakan insentif bagi manajer untuk mendasarkan keputusan pada *insight* analitis, meskipun tetap memerlukan kapasitas kuantitatif manajer dan kemampuan interaksi analisis (Thirathon et al., 2022). Kerangka ini relevan bagi manajemen logistik rumah sakit karena pengelolaan persediaan yang efektif menuntut integrasi antara ketersediaan data, metode analitik, serta kompetensi organisasi dalam memanfaatkan hasil analisis (Thirathon et al., 2022; Sukmawati et al., 2024; Soraya et al., 2023; Kumar et al., 2023).

Oleh karena itu, penelitian mengenai oksigen rumah sakit dapat diposisikan sebagai pemanfaatan data operasional yang tersedia (misalnya catatan penggunaan dan permintaan) untuk menghasilkan *insight* berbasis *data mining* yang kemudian diterjemahkan menjadi kebijakan manajemen stok yang lebih terukur (Farissa et al., 2021; Thirathon et al., 2022; Sukmawati et al., 2024; Kumar et al., 2023).

Kebutuhan interpretabilitas pada analisis kluster juga ditunjukkan dalam contoh domain kesehatan lain, seperti *patient subtyping*, di mana klusterisasi dipadukan dengan teknik *explainability* dan penilaian klinis untuk memberi makna klinis pada kluster serta menilai robustnesnya (Werner et al., 2023). Walaupun objeknya berbeda (subtipe pasien), prinsip metodologisnya sejalan: ketika hasil klusterisasi

digunakan untuk keputusan layanan/operasional, penjelasan dan validasi oleh ahli domain menjadi komponen penting, bukan pelengkap (Werner et al., 2023; Bobek et al., 2022) Kerangka *XAI* untuk deret waktu multivariat juga menekankan alur: pemilihan ukuran jarak berbasis data diikuti penjelasan berbasis pohon keputusan yang dipandu klusterisasi, sehingga hasil lebih dapat diinterpretasi oleh pakar (Thrun et al., 2021; Bobek et al., 2022). Ini relevan untuk pemakaian oksigen yang secara alami berwujud deret waktu (harian/mingguan/bulanan) dan berpotensi multivariat (misalnya per unit layanan, per jenis pasien, atau per kejadian) (Thrun et al., 2021; Chen et al., 2023; Kauffmann et al., 2024).

MATERIALS AND METHODS

Sumber Data Penelitian

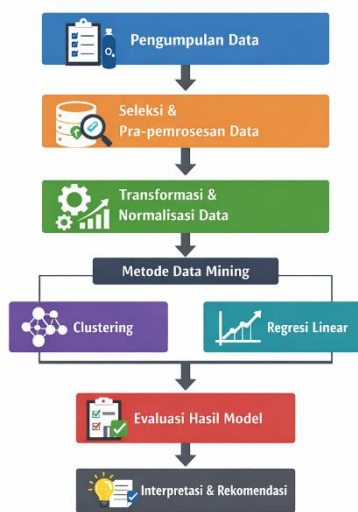
Sumber data dalam penelitian ini berasal dari data internal rumah sakit yang berkaitan langsung dengan pengelolaan oksigen medis. Data dikumpulkan dari unit logistik atau instalasi gas medis rumah sakit dan digunakan sebagai dasar analisis pola pemakaian serta optimalisasi manajemen stok.

1. Data pemakaian oksigen, yaitu catatan jumlah oksigen yang digunakan dalam periode waktu tertentu (harian/mingguan/bulanan).
2. Data persediaan oksigen, yang mencakup data stok masuk, stok keluar, dan stok akhir oksigen.
3. Data pendukung operasional, seperti jenis oksigen (oksigen cair dan tabung), serta informasi waktu pencatatan transaksi.

Data yang digunakan merupakan data historis dan bersifat kuantitatif, sehingga sesuai untuk dianalisis menggunakan pendekatan data mining dan pemodelan statistik. Seluruh data diperoleh dalam bentuk data sekunder dan tidak melibatkan identitas pasien, sehingga tidak menyinggung aspek privasi medis.

Alur Penelitian

Alur penelitian disusun untuk menggambarkan tahapan sistematis yang dilakukan sejak pengumpulan data hingga interpretasi hasil analisis. Alur ini mengacu pada kerangka Knowledge Discovery in Databases (KDD) yang diterapkan pada konteks manajemen stok oksigen rumah sakit.



Gambar 1. Alur Penelitian

Secara umum, alur penelitian terdiri dari tahapan berikut:

1. **Pengumpulan Data** Data pemakaian dan persediaan oksigen dikumpulkan dari unit terkait di rumah sakit sebagai data mentah penelitian.
2. **Seleksi dan Pra-pemrosesan Data** Data yang telah dikumpulkan diseleksi sesuai kebutuhan penelitian, kemudian dilakukan pembersihan data (cleaning), penanganan data kosong atau duplikasi, serta transformasi data ke format yang siap dianalisis.
3. **Transformasi dan Normalisasi Data** Data hasil pra-pemrosesan dinormalisasi dan disusun dalam bentuk dataset analitik agar memiliki skala yang seragam dan kompatibel dengan metode data mining yang digunakan.
4. **Penerapan Metode Data Mining** Pada tahap ini diterapkan metode clustering untuk mengelompokkan pola pemakaian dan ketersediaan oksigen berdasarkan tingkat kemiripan data. Selain itu, regresi linear digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel pemakaian oksigen dan faktor pendukungnya.
5. **Evaluasi Hasil Model** Hasil clustering dianalisis melalui distribusi cluster dan nilai centroid, sedangkan model regresi dievaluasi menggunakan indikator statistik seperti koefisien determinasi (R^2).
6. **Interpretasi dan Penyusunan Rekomendasi** Tahap akhir berupa interpretasi hasil analisis untuk mengidentifikasi pola pemakaian oksigen, potensi lonjakan kebutuhan, serta

kondisi overstock atau stockout. Hasil ini digunakan sebagai dasar rekomendasi optimalisasi manajemen stok oksigen rumah sakit.

RESULTS AND DISCUSSION

Berdasarkan hasil proses clustering terhadap 1600 data penelitian, diperoleh pengelompokan ke dalam lima cluster, yaitu Cluster 0, Cluster 1, Cluster 2, Cluster 3, dan Cluster 4. Distribusi data menunjukkan bahwa sebagian besar data terkonsentrasi pada Cluster 2 sebanyak 1029 data ($\pm 64\%$) dan Cluster 0 sebanyak 568 data ($\pm 35\%$). Sementara itu, Cluster 1, Cluster 3, dan Cluster 4 masing-masing hanya terdiri dari 1 data.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa dataset penelitian secara alami membentuk dua kelompok utama yang dominan, yaitu Cluster 0 dan Cluster 2. Kedua cluster ini merepresentasikan pola karakteristik yang paling umum dalam data. Dominasi dua cluster besar mengindikasikan adanya kemiripan signifikan antar sebagian besar data sehingga terbentuk segmentasi utama yang jelas.

Sebaliknya, keberadaan tiga cluster dengan masing-masing satu anggota menunjukkan adanya data yang memiliki karakteristik sangat berbeda dari kelompok mayoritas. Data-data tersebut dapat dikategorikan sebagai outlier atau anomali, yang berpotensi memiliki nilai khusus dalam analisis lebih lanjut. Keberadaan outlier ini juga menunjukkan bahwa model clustering mampu mengidentifikasi variasi ekstrem dalam dataset.

Secara keseluruhan, metode clustering yang diterapkan dalam penelitian ini berhasil mengidentifikasi struktur dan pola distribusi data secara sistematis. Hasil pengelompokan memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai segmentasi data serta dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan, analisis lanjutan, maupun pengembangan strategi berbasis karakteristik masing-masing cluster.

Attribute	cluster_0	cluster_1	cluster_2	cluster_3	cluster_4
Pemakaian Oksi...	-0.492	-0.959	0.240	32.923	0.168
Pemakaian Tab...	-0.162	-1.559	0.078	-1.559	15.093
Pemakaian Tab...	0	0	0	0	0
Pemakaian Tab...	0.418	-0.221	-0.247	5.581	11.382
Ketersediaan Ok...	-0.026	0.041	-0.024	39.831	-0.038
Ketersediaan Ta...	-1.112	13.494	0.607	-6.759	0.719
Ketersediaan Ta...	0	0	0	0	0
Ketersediaan Ta...	0.085	39.359	-0.085	-0.378	-0.125

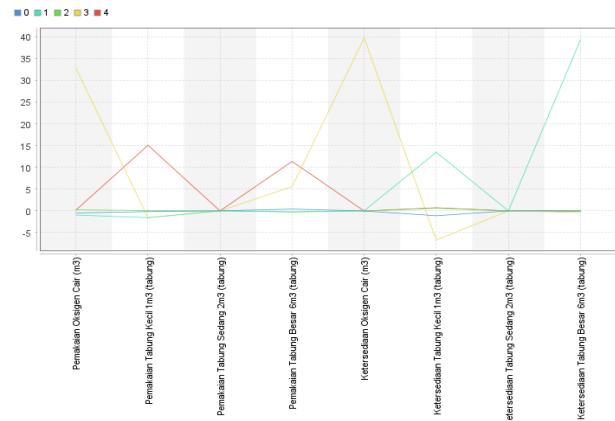
Gambar 2 menampilkan tabel hasil centroid (nilai pusat cluster)

Berdasarkan hasil analisis clustering terhadap data pemakaian dan ketersediaan oksigen, diperoleh lima kelompok distribusi dengan karakteristik yang berbeda. Hasil pengelompokan menunjukkan bahwa sebagian besar data terkonsentrasi pada Cluster 2 dan Cluster 0 yang merepresentasikan kondisi operasional normal dengan tingkat pemakaian dan ketersediaan yang relatif stabil. Kelompok ini mencerminkan pola distribusi rutin yang dapat dijadikan acuan standar dalam perencanaan logistik dan pengendalian stok oksigen.

Sementara itu, Cluster 3 menunjukkan nilai yang sangat tinggi pada atribut pemakaian dan ketersediaan oksigen. Hal ini mengindikasikan adanya kondisi lonjakan kebutuhan atau peningkatan aktivitas distribusi yang signifikan. Dalam konteks manajemen distribusi oksigen, cluster ini dapat merepresentasikan situasi darurat, peningkatan jumlah pasien, atau kondisi tertentu yang menyebabkan tingginya permintaan. Identifikasi cluster ini sangat penting sebagai sistem peringatan dini (early warning system) untuk mengantisipasi potensi kekurangan pasokan.

Cluster 1 dan Cluster 4 menunjukkan karakteristik khusus dengan nilai ekstrem pada beberapa atribut tertentu, meskipun jumlah datanya relatif sedikit. Kelompok ini dapat diinterpretasikan sebagai kasus khusus atau anomali dalam sistem distribusi, seperti ketidakseimbangan antara pemakaian dan ketersediaan, gangguan distribusi, atau perbedaan pola konsumsi di lokasi tertentu. Keberadaan cluster ini memberikan informasi strategis bagi pengelola untuk melakukan evaluasi mendalam terhadap faktor penyebabnya.

Secara keseluruhan, penerapan metode clustering dalam penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam mengidentifikasi pola distribusi oksigen secara sistematis dan berbasis data. Hasil pengelompokan tidak hanya menggambarkan kondisi operasional normal, tetapi juga mampu mendeteksi pola lonjakan dan anomali yang krusial dalam pengambilan keputusan. Dengan demikian, pendekatan clustering dapat digunakan sebagai alat bantu dalam perencanaan distribusi, pengendalian stok, mitigasi risiko kekurangan pasokan, serta optimalisasi manajemen logistik oksigen secara lebih efektif dan terukur.



Gambar 3 Menampilkan visualisasi grafik hasil clustering

Pada slide ini ditampilkan hasil analisis clustering terhadap data pemakaian dan ketersediaan oksigen. Proses clustering dilakukan untuk mengidentifikasi pola distribusi serta mengelompokkan data berdasarkan tingkat kemiripan karakteristiknya.

Berdasarkan hasil analisis, data terbagi ke dalam lima cluster dengan karakteristik yang berbeda. Cluster 2 menunjukkan nilai yang relatif mendekati rata-rata pada seluruh atribut, sehingga dapat diinterpretasikan sebagai kondisi operasional normal dan stabil. Cluster 0 memiliki nilai yang sedikit di bawah rata-rata, yang menggambarkan kondisi permintaan yang relatif lebih rendah.

Selanjutnya, Cluster 3 memperlihatkan lonjakan signifikan pada pemakaian dan ketersediaan oksigen cair. Kondisi ini dapat merepresentasikan situasi dengan peningkatan kebutuhan yang tinggi, seperti pada kondisi darurat atau lonjakan jumlah pasien.

Cluster 1 menunjukkan ketersediaan yang tinggi namun pemakaian relatif rendah, yang mengindikasikan potensi ketidakseimbangan distribusi atau overstock. Sementara itu, Cluster 4 mencerminkan peningkatan pada jenis tabung tertentu, sehingga memerlukan perhatian dalam pengelolaan alokasi sumber daya.

Secara keseluruhan, hasil clustering ini membuktikan bahwa metode yang digunakan mampu mengidentifikasi pola distribusi secara sistematis dan memberikan dasar analitis dalam mendukung pengambilan keputusan manajemen distribusi oksigen secara lebih efektif dan berbasis data.

CONCLUSION

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode data mining, khususnya teknik clustering, efektif dalam mengidentifikasi pola pemakaian dan ketersediaan oksigen di rumah sakit secara sistematis dan

berbasis data. Proses analisis berhasil mengelompokkan data ke dalam beberapa cluster dengan karakteristik yang berbeda, yang mencerminkan kondisi operasional normal, permintaan rendah, lonjakan kebutuhan tinggi, serta ketidakseimbangan antara pemakaian dan ketersediaan stok.

Hasil clustering menunjukkan bahwa sebagian besar data berada pada kondisi operasional normal, sementara terdapat cluster tertentu yang mengindikasikan lonjakan signifikan pada pemakaian oksigen cair maupun tabung. Kondisi tersebut dapat merepresentasikan situasi peningkatan jumlah pasien atau keadaan darurat yang memerlukan perhatian khusus dalam pengelolaan logistik. Selain itu, ditemukan pula cluster yang menunjukkan ketersediaan tinggi namun pemakaian rendah, yang mengindikasikan potensi overstock atau distribusi yang belum optimal.

Temuan ini membuktikan bahwa metode data mining mampu memberikan gambaran pola konsumsi oksigen yang lebih objektif dibandingkan analisis konvensional. Informasi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam perencanaan pengadaan, pengendalian stok, serta redistribusi pasokan secara lebih efisien. Dengan demikian, penerapan teknik clustering tidak hanya membantu dalam memahami pola historis pemakaian oksigen, tetapi juga berkontribusi terhadap optimalisasi manajemen stok guna meminimalkan risiko kekurangan maupun kelebihan persediaan.

REFERENCE

- [1] W. Sukmawati, E. A. Adzima, and A. Shafira, "Implementasi Sistem Informasi Pelayanan Kesehatan pada Rumah Sakit Lira Medika," *Jurnal Sistem Informasi dan Teknik Komputer*, vol. 9, no. 1, pp. 32–36, 2024.
- [2] D. Soraya, T. Hidayat, and M. Lestari, "Implementasi Rekam Medis Elektronik Dalam Mendukung Kualitas Pelayanan Rumah Sakit," *Jurnal Administrasi Kesehatan*, vol. 11, no. 2, pp. 102–110, 2023.
- [3] P. Thirathon, M. Chantarasorn, and C. Kanchanachitra, "Data Driven Hospital Oxygen Demand Forecasting and Supply Chain Planning During Health Crises.," *BMC Health Services Research*, vol. 22, no. 1, p. 1458, 2022.
- [4] A. Kumar, R. Singh, V. Patel, and M. Sharma, "Hospital Resource Utilization Analytics and Predictive Inventory Management in Healthcare Systems," *International Journal of Health Planning and Management*, vol. 38, no. 4, pp. 1125–1139, 2023.
- [5] Y. Chen *et al.*, "ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing Deep learning in remote sensing applications : A meta-analysis and review," *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 152, no. April, pp. 166–177, 2019, doi: 10.1016/j.isprsjprs.2019.04.015.
- [6] E. Kauffmann, J. Peral, D. Gil, A. Ferrández, R. Sellers, and H. Mora, "A framework for big data analytics in commercial social networks: A case study on sentiment analysis and fake review detection for marketing decision-making," 2020.
- [7] Syahputra and A. Yasir, "Penerapan Data Mining Dalam Menghitung Pengelompokan Obat-Obatan Kadaluarasa," *Device : Journal Of Information System, Computer Science And Information Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 171–181, 2023.
- [8] S. Bobek, M. Kuk, and M. Szelążek, "Enhancing Cluster Analysis With Explainable AI and Multidimensional Cluster Prototypes," *IEEEAccess*, vol. 20, no. September, pp. 101556–101574, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3208957.
- [9] M. M. Amini, M. Jesus, D. F. Sheikholeslami, P. Alves, A. H. Benam, and F. Hariri, "Artificial Intelligence Ethics and Challenges in Healthcare Applications : A Comprehensive Review in the Context of the European GDPR Mandate," *Machine Learning & Knowledge Extraction*, vol. 5, pp. 1023–1035, 2023.
- [10] M. C. Thrun and A. Ultsch, "Swarm Intelligence for Self-Organized Clustering," *Artificial Intelligence*, vol. 290, p. 103237, 2021, doi: 10.1016/j.artint.2020.103237.
- [11] S. Bandyapadhyay, F. Fomin, P. A. Golovach, W. Lochet, and N. Purohit, "How to Find a Good Explanation for Clustering?," *The Thirty-Sixth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-22)*, vol. 36, no. 4, pp. 3904–3912, 2022.