

Penerapan Algoritma K-Means Clustering untuk Mengetahui Pola Peminjaman Buku di Perpustakaan Universitas Imelda Medan

Nurbeti Sinulingga^{1*}, Muhammad Irfan Sarif², Nuzul Aini Ramadhani³, Karina Nurfebria⁴, Febri Yalda Sulistia⁵

^{1,2,3,4,5}Magister Teknologi Informasi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia

Email: ^{1*}nurbetisinulingga14@gmail.com, ²irfanberbagi@gmail.com, ³aininujul@gmail.com,

⁴karinanurfebria0502@gmail.com, ⁵febriyaldasulistia7@gmail.com

(*Email Corresponding Author: nurbetisinulingga14@gmail.com)

Received: 29 November 2025 | Revision: 2 Desember 2025 | Accepted: 6 Desember 2025

Abstrak

Pemanfaatan library management system modern menjadi aspek penting dalam peningkatan kualitas layanan perpustakaan. Perpustakaan Universitas Imelda Medan telah menggunakan SLiMS 7 sebagai sistem informasi pengelolaan koleksi dan transaksi peminjaman buku. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis data peminjaman yang berasal dari SLiMS 7 dan mengidentifikasi pola peminjaman buku menggunakan algoritma K-Means Clustering. Data penelitian meliputi kategori buku, frekuensi peminjaman, program studi peminjam, dan periode waktu peminjaman yang diekstraksi langsung dari database SLiMS 7. Tahapan penelitian mencakup pra-pemrosesan data, normalisasi, penentuan jumlah kluster optimal dengan metode Elbow, serta proses klusterisasi menggunakan algoritma K-Means. Hasil penelitian menunjukkan terbentuknya beberapa kluster yang menggambarkan pola peminjaman berbeda, seperti kluster koleksi dengan tingkat peminjaman tinggi, menengah, dan rendah. Temuan ini dapat membantu perpustakaan dalam pengambilan keputusan terkait pengembangan koleksi, penataan layanan, dan perencanaan strategi pengadaan buku. Dengan demikian, integrasi data SLiMS 7 dengan algoritma K-Means terbukti efektif dalam menghasilkan informasi yang mendukung peningkatan kualitas layanan perpustakaan berbasis data.

Kata Kunci: SLiMS 7, Data Mining, K-Means, Peminjaman Buku, Perpustakaan.

Abstract

The use of a modern library management system is an important aspect in improving the quality of library services. The Imelda University Library in Medan has been using SLiMS 7 as its collection management and book borrowing transaction information system. This study aims to analyze borrowing data from SLiMS 7 and identify book borrowing patterns using the K-Means Clustering algorithm. The research data includes book categories, borrowing frequency, borrower study programs, and borrowing periods extracted directly from the SLiMS 7 database. The research stages include data pre-processing, normalization, determining the optimal number of clusters using the Elbow method, and the clustering process using the K-Means algorithm. The results of the study show the formation of several clusters that describe different borrowing patterns, such as clusters of collections with high, medium, and low borrowing rates. These findings can assist libraries in making decisions related to collection development, service organization, and book acquisition strategy planning. Thus, the integration of SLiMS 7 data with the K-Means algorithm has proven effective in generating information that supports the improvement of data-based library services.

Keywords: SLiMS 7, Data Mining, K-Means, Book Borrowing, Library.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dalam beberapa tahun terakhir telah memberikan dampak besar terhadap tata kelola perpustakaan di berbagai institusi pendidikan. Perpustakaan kini dituntut tidak hanya sebagai pusat penyimpanan koleksi, tetapi juga sebagai pusat data yang mampu memberikan layanan berbasis teknologi dan informasi yang mudah diakses oleh pemustaka. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, banyak perpustakaan di Indonesia beralih menggunakan sistem manajemen perpustakaan berbasis digital, salah satunya Senayan Library Management System (SLiMS). Versi SLiMS, yaitu SLiMS 7, memiliki fitur pengelolaan koleksi, transaksi peminjaman, serta pelaporan yang lebih sistematis sehingga memudahkan perpustakaan dalam mengelola data transaksi dan melakukan analisis lebih lanjut [1], [2]. Dengan adanya sistem digital ini, perpustakaan memiliki peluang besar untuk mengoptimalkan data yang tersimpan sebagai dasar pengambilan keputusan strategis. Data peminjaman buku merupakan salah satu komponen penting dalam analisis manajemen perpustakaan. Melalui data tersebut, perpustakaan dapat mengidentifikasi koleksi yang paling sering dipinjam, kategori buku yang kurang diminati, serta kecenderungan pemustaka berdasarkan program studi dan tingkat akademik. Informasi seperti ini menjadi bahan evaluasi penting dalam pengembangan koleksi, perencanaan layanan, dan kebijakan pengadaan buku [3]. Namun, data peminjaman yang semakin besar setiap tahunnya membuat analisis manual menjadi tidak efektif dan rawan kesalahan. Oleh sebab itu, penerapan metode data mining sangat diperlukan untuk mengekstrak pola dan informasi yang relevan dari dataset yang besar.

Teknik data mining seperti clustering merupakan salah satu metode yang banyak digunakan untuk menemukan pola tersembunyi dalam data. Dalam konteks perpustakaan, clustering dapat digunakan untuk mengelompokkan buku

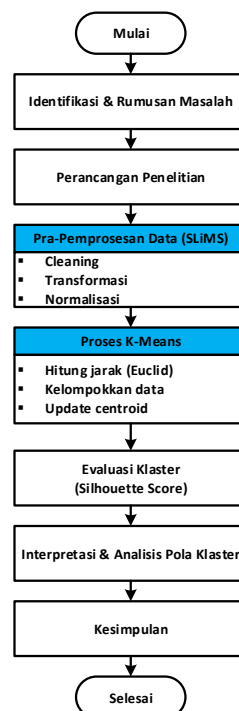
berdasarkan frekuensi peminjaman, mengidentifikasi segmentasi pemustaka, serta menemukan pola ketertarikan pengguna terhadap jenis koleksi tertentu [4], [5]. Di antara berbagai algoritma klasterisasi, K-Means merupakan salah satu algoritma yang paling banyak digunakan karena kesederhanaannya, efisiensinya, dan kemampuannya dalam menangani jumlah data yang besar [6]. Algoritma ini bekerja dengan membagi data ke dalam beberapa klaster berdasarkan kedekatan nilai data terhadap pusat klaster. Proses ini memungkinkan perpustakaan memahami karakteristik peminjaman secara lebih objektif.

Penelitian-penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa K-Means efektif dalam menganalisis data perpustakaan, termasuk dalam menentukan koleksi yang populer, menganalisis kecenderungan pengguna, serta menentukan strategi layanan berbasis data [7]. Selain itu, integrasi antara sistem manajemen perpustakaan seperti SLiMS dengan algoritma machine learning telah menjadi tren penelitian dalam beberapa tahun terakhir, karena memberikan kemampuan analitik yang lebih mendalam pada perpustakaan modern [8]. Dengan memanfaatkan algoritma K-Means, perpustakaan dapat melakukan segmentasi data peminjaman berdasarkan frekuensi, kategori buku, maupun program studi pengguna, sehingga hasil analisis tersebut dapat digunakan untuk mendukung pengembangan koleksi yang lebih efektif.

Di Perpustakaan Universitas Imelda Medan, penggunaan SLiMS 7 menyediakan data peminjaman yang cukup besar dan bervariasi, mengingat jumlah pemustaka berasal dari berbagai program studi. Namun, analisis yang dilakukan selama ini masih bersifat deskriptif dan belum memanfaatkan teknik analitik berbasis algoritma. Padahal, penerapan algoritma K-Means dapat memberikan gambaran pola peminjaman yang lebih akurat dan terstruktur. Informasi ini dapat digunakan untuk menentukan koleksi yang perlu ditambah, buku yang jarang dipinjam namun masih relevan, serta kelompok pemustaka dengan aktivitas peminjaman paling tinggi. Dengan demikian, penelitian ini menjadi penting untuk membantu perpustakaan meningkatkan efektivitas pengelolaan koleksi. Selain memberi manfaat praktis, penelitian ini juga memberikan kontribusi ilmiah berupa penerapan model data mining pada lingkungan sistem manajemen perpustakaan berbasis web. Integrasi antara SLiMS 7 dan algoritma K-Means dapat menjadi contoh penerapan machine learning pada perpustakaan akademik, serta membuka peluang pengembangan penelitian lanjutan seperti sistem rekomendasi buku, analisis prediktif peminjaman, dan pengelompokan pengguna berbasis perilaku digital [9], [10]. Dengan memanfaatkan kemampuan analitik ini, perpustakaan dapat bergerak menuju konsep data-driven library, yaitu layanan perpustakaan yang dirancang berdasarkan analisis data secara komprehensif.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini disusun berdasarkan langkah-langkah ilmiah dasar yang umum digunakan dalam penelitian bidang informatika, yaitu identifikasi masalah, perancangan penelitian, pengumpulan data, analisis data, dan penarikan kesimpulan. Pendekatan yang digunakan adalah deskriptif-kuantitatif, dengan teknik analisis berupa klasterisasi menggunakan algoritma K-Means..



Gambar 1. Alur Penelitian

2.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Penelitian diawali dengan mengidentifikasi permasalahan dalam pengelolaan data peminjaman di Perpustakaan Universitas Imelda Medan. Sistem SLiMS 7 telah menghasilkan data peminjaman yang besar, namun belum dimanfaatkan untuk menganalisis pola peminjaman secara komputasional. Oleh sebab itu, rumusan masalah penelitian adalah:

1. Belum adanya analisis pola peminjaman buku berbasis algoritma data mining.
2. Diperlukan metode klusterisasi untuk mengetahui kelompok pola peminjaman.
3. Belum ada model analisis berbasis K-Means yang diterapkan pada data SLiMS 7.

2.2 Perancangan Penelitian

Perancangan penelitian melibatkan penentuan variabel, metode analisis, serta perangkat pendukung. Komponen perancangan meliputi:

- Pendekatan: Deskriptif-kuantitatif
- Metode Analisis: K-Means Clustering
- Variabel Penelitian: frekuensi peminjaman, kategori buku, program studi peminjam, tahun peminjaman
- Tools: SLiMS 7, Python, Scikit-Learn, Pandas, dan Matplotlib

2.3 Data Penelitian

Data penelitian diperoleh dari database SLiMS 7 pada basis data imelda. Pengambilan data dilakukan melalui:

1. Export database dari tabel:
 - loan (data peminjaman),
 - item (data eksemplar buku),
 - biblio (data bibliografi),
 - member (data anggota),
 - member_custom (untuk program studi jika digunakan).
2. Atribut Penelitian:
Atribut yang digunakan dalam penelitian ini dipilih berdasarkan kesesuaiannya dengan analisis klusterisasi, yaitu:

Tabel 1. Data Penelitian

ID Buku	Judul Buku	Kategori	Id Peminjaman	Tgl Pinjam	Tgl Kembali	Lama Pinjam
2226	Asuhan Kebidanan V (Kebidanan Komunitas)	Kebidanan Komunitas	2215201083	11/24/2025	11/26/2025	2
397	Kebidanan Komunitas	Kebidanan Komunitas	2215201083	11/24/2025	11/26/2025	2
1532	Praktik Kebidanan Komunitas dengan Pendekatan PKMD	Kebidanan Komunitas	2215201083	11/24/2025	11/26/2025	2
2210	Asuhan Keperawatan Maternitas, Anak, Bedah, dan Pe...	Maternitas	2414401023	11/17/2025	11/21/2025	4
432	Asuhan pada Ibu dalam Masa Nifas (Postpartum)	Nifas	2414401028	11/17/2025	11/20/2025	3
1737	Metodologi Penelitian Kesehatan	Metode Penelitian	2215201077	11/14/2025	11/17/2025	3
1362	ASI, Menyusui dan Sadari	ASI	2315201035	11/13/2025	11/14/2025	1
1889	Inisiasi Menyusui Dini, ASI Eksklusif dan Manajeme...	ASI Eksklusif	2315201035	11/13/2025	11/14/2025	1
154	Asi Petunjuk untuk Tenaga Kesehatan	ASI	2315201002	11/13/2025	11/14/2025	1
1543	Buku Saku Manajemen Laktasi	Laktasi	2315201002	11/13/2025	11/14/2025	1
1370	Kapita Selekt ASI dan Menyusui	ASI	2315201035	11/13/2025	11/14/2025	1
1882	Tekanan darah tinggi	Hipertensi	2414201041	11/12/2025	11/15/2025	3
1896	Bahan Ajar Pemeriksaan fisik pada bayi dan anak	Pemeriksaan Fisik	2115201040	11/3/2025	11/4/2025	1
1757	Asuhan Kebidanan 7 Langkah Soap	Ilmu Kebidanan	2115201040	11/3/2025	11/4/2025	1

ID Buku	Judul Buku	Kategori	Id Peminjaman	Tgl Pinjam	Tgl Kembali	Lama Pinjam
753	Keterampilan Dasar Praktik Klinik Kebidanan	Kebidanan	2115201040	11/3/2025	11/4/2025	1
1520	Asuhan Kebidanan Patologis	Kebidanan Patologi	2215201010	10/31/2025	11/10/2025	10

2.4. Pra-Pemrosesan Data

Data yang diperoleh diolah melalui beberapa tahap:

1. Cleaning

- Menghapus duplikasi
- Mengatasi missing values
- Menghapus data noise

Tahap ini penting untuk memastikan kualitas data sebelum dilakukan analisis kluster [13].

2. Transformasi Data

- Label encoding untuk kategori dan program studi
- Konversi tanggal menjadi angka (jika diperlukan) sebagaimana direkomendasikan oleh literatur data mining [13].

3. Normalisasi Data (Min-Max)

$$X = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (1)$$

Normalisasi digunakan agar seluruh variabel berada pada rentang yang sama [13], [15].

2.5. Penentuan Jumlah Kluster

Jumlah kluster optimal ditentukan menggunakan Elbow Method dengan menghitung [11]:

$$WCSS = \sum_{j=1}^k \sum_{xi \in K_j} d(xi, c_j)^2 \quad (2)$$

Titik siku pada grafik digunakan sebagai jumlah kluster terbaik [11].

2.6. Analisis Data Menggunakan Algoritma K-Means

Algoritma K-Means digunakan untuk menentukan pola peminjaman, yang dijelaskan oleh Jain (2010) [11] dan Han et al. (2011) [13]. melalui langkah-langkah berikut:

1. Inisialisasi centroid

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_k\} \quad (3)$$

2. Menghitung jarak Euclidean

$$d(xi, c_j) = \sqrt{\sum_{n=1}^m (X_{in} - C_{jn})^2} \quad (4)$$

3. Pengelompokan data

$$\text{Cluster}(xi) = \arg \min_j d(xi, c_j) \quad (5)$$

4. Pembaruan centroid

$$C_j = \frac{1}{|K_j|} \sum_{xi \in K_j} xi \quad (6)$$

5. Iterasi hingga konvergensi

Berhenti ketika centroid tidak berubah signifikan.

2.7. Analisis Data Menggunakan Algoritma K-Means

Evaluasi dilakukan menggunakan Silhouette Coefficient [12],[15]:

$$S(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max(a(i), b(i))} \quad (7)$$

- Nilai mendekati 1 → kluster sangat baik
- Nilai mendekati 0 → tumpang tindih
- Nilai negatif → salah kluster

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Dataset Peminjaman

Dataset penelitian diperoleh dari hasil ekspor SLiMS 7 dengan jumlah total 1.517 transaksi peminjaman, yang telah melalui proses pembersihan data dan konversi format tanggal. Ringkasan dataset ditampilkan pada Tabel 2

Tabel 2. Deskripsi Dataset Peminjaman Buku Perpustakaan

Variabel	Keterangan
Total Transaksi	1.517
Buku Unik	423
Kategori/Subjek	251
Tanggal Pemakaian Data	Variatif
Variabel Kunci	ID Buku, Judul Buku, Kategori, Peminjam, Lama Pinjam

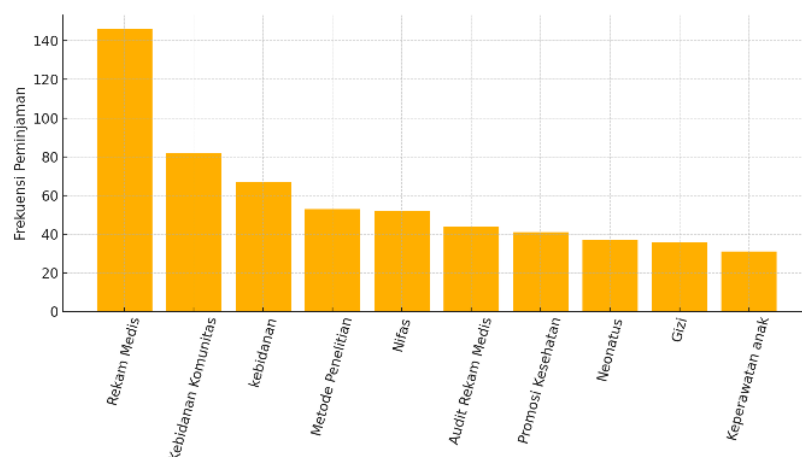
3.2 Pola Peminjaman Berdasarkan Frekuensi Buku

Hasil pengolahan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada pola peminjaman antar judul buku.

Tabel 3. Sepuluh Kategori Buku dengan Frekuensi Peminjaman Tertinggi

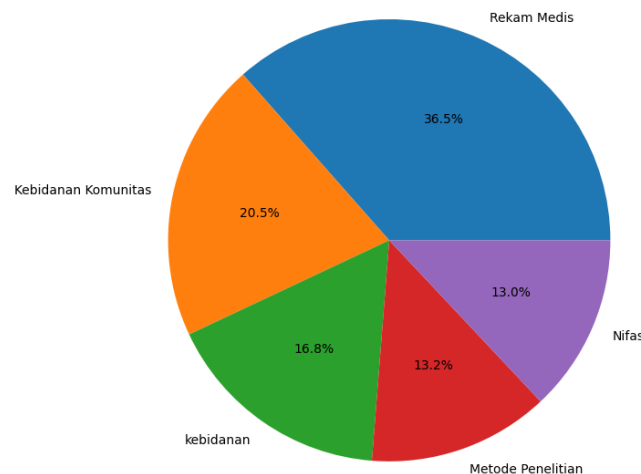
No	Kategori_DDC	Frekuensi
1	Rekam Medis	146
2	Kebidanan Komunitas	82
3	kebidanan	67
4	Metode Penelitian	53
5	Nifas	52
6	Audit Rekam Medis	44
7	Promosi Kesehatan	41
8	Neonatus	37
9	Gizi	36
10	Keperawatan Anak	31

Visualisasi grafik untuk sepuluh kategori teratas ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sepuluh Kategori Yang Sering Dipinjam

Untuk memberikan gambaran proporsi lebih jelas, digunakan diagram pie seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Pie Proporsi Lima Kategori Peminjaman Teratas

Gambar di atas menunjukkan distribusi kategori buku yang paling banyak dipinjam oleh mahasiswa berdasarkan data peminjaman perpustakaan. Diagram pie tersebut menampilkan lima kategori dengan persentase peminjaman berbeda-beda, sehingga memberikan gambaran visual mengenai bidang ilmu yang paling diminati oleh pemustaka. Kategori Rekam Medis merupakan yang paling dominan dengan proporsi 36.5%, menunjukkan bahwa buku-buku terkait rekam medis memiliki tingkat pemanfaatan tertinggi dibandingkan kategori lainnya. Hal ini mengindikasikan kebutuhan literatur yang besar pada program studi terkait. Kategori Kebidanan Komunitas menempati urutan kedua dengan 20.5%, disusul oleh Kebidanan sebesar 16.8%, yang mencerminkan tingginya minat mahasiswa terhadap topik-topik kebidanan dan ilmu kesehatan reproduksi. Kategori Metode Penelitian menyumbang 13.2%, menunjukkan bahwa mahasiswa juga membutuhkan referensi metodologi dalam penyusunan tugas akhir atau penelitian. Sementara kategori Nifas memiliki persentase 13.0%, yang juga menunjukkan peminjaman yang cukup signifikan meskipun lebih rendah dibandingkan kategori lain. Secara keseluruhan, diagram ini menunjukkan bahwa mayoritas peminjaman buku perpustakaan berfokus pada bidang kesehatan, terutama rekam medis dan kebidanan, yang sesuai dengan profil program studi dan kebutuhan akademik mahasiswa.

3.3 Pola Peminjaman Berdasarkan Peminjam

Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat beberapa peminjam yang sangat aktif, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Sepuluh Peminjam Paling Aktif Berdasarkan Frekuensi

No	ID Peminjam	Frekuensi
1	2314401013	31
2	1813462124	21
3	201509057	18
4	2415901020	18
5	2413462077	17
6	2215201010	17
7	2215201077	17
8	2215201063	15
9	2413462064	15
10	2415901013	14

Mahasiswa dengan ID 2314401013 menjadi peminjam paling aktif.

3.4 Pola Peminjaman Berdasarkan Peminjam

Rata-rata lama peminjaman berada pada kisaran 8–11 hari, dengan variasi tergantung intensitas pengembalian per judul buku.

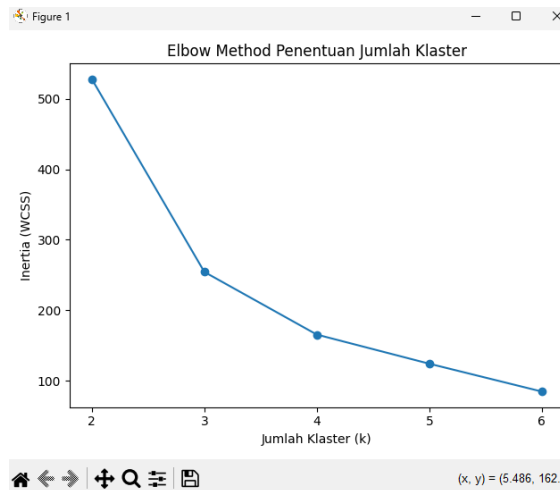
3.5 Hasil Klasterisasi Pola Peminjaman Menggunakan K-Means

Untuk menganalisis pola peminjaman secara lebih mendalam, dilakukan klasterisasi menggunakan algoritma K-Means dengan variabel:

- Frekuensi Peminjaman
- Rata-rata Lama Peminjaman

Sebelum klusterisasi, variabel dinormalisasi menggunakan StandardScaler.

Uji Elbow Method direkomendasikan pada Gambar 3, dengan jumlah kluster optimal $k = 3$.



Gambar 3. Grafik Elbow Method Penentuan Jumlah Kluster Optimal

Pada Gambar 3 ditampilkan hasil perhitungan *Within-Cluster Sum of Squares* (WCSS) untuk menentukan jumlah kluster optimal menggunakan metode Elbow. Grafik tersebut menunjukkan perubahan nilai inerti pada jumlah kluster $k=2$ hingga $k=6$. Terlihat bahwa penurunan inerti paling tajam terjadi pada rentang kluster $k=2$ ke $k=3$, di mana nilai WCSS turun secara signifikan dari sekitar 520 menjadi 250.

Pada kluster berikutnya, yaitu dari $k=3$ ke $k=4$ dan seterusnya, penurunan inerti masih terjadi namun tidak lagi drastis. Kurva mulai membentuk pola “siku” (*elbow*) pada nilai $k=3$, yang menandakan bahwa penambahan jumlah kluster setelah titik tersebut tidak memberikan peningkatan yang signifikan dalam kualitas pemisahan kluster.

Dengan demikian, berdasarkan pola Elbow Method, jumlah kluster yang paling optimal untuk digunakan dalam analisis K-Means adalah **tiga kluster ($k=3$)**. Pemilihan jumlah kluster ini memberikan keseimbangan antara kompleksitas model dan kemampuan untuk memisahkan data secara efektif.

Hasil Klusterisasi

Hasil perhitungan K-Means menghasilkan tiga kluster yang berbeda karakteristik. Nilai setiap parameter kluster ditampilkan secara lengkap pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Klusterisasi Algoritma K-Means Berdasarkan Frekuensi dan Lama Peminjaman

Kluster	Jumlah Buku	Frekuensi Rata-rata	Frekuensi Minimum	Frekuensi Maksimum	Rata-rata Lama Peminjaman (hari)
0	414	2,48	1	13	10,96
1	6	1,17	1	2	786,25
2	20	24,15	14	64	8,75

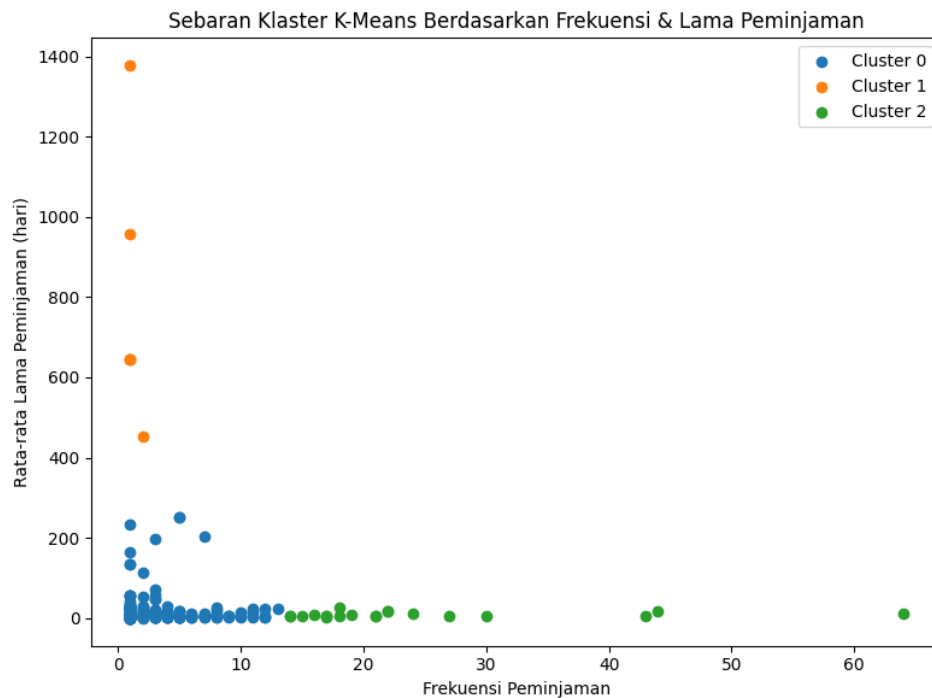
Berdasarkan Tabel 5, interpretasi masing-masing kluster adalah sebagai berikut:

1. Kluster 0 – Buku dengan frekuensi rendah–sedang
 - Berjumlah 414 judul buku.
 - Frekuensi peminjaman berada pada rentang 1–13 kali dengan rata-rata 2,48 kali.
 - Rata-rata lama peminjaman 10,96 hari.
 - Kluster ini berisi sebagian besar koleksi, yaitu buku-buku yang tetap digunakan tetapi tidak dipinjam terlalu sering.
2. Kluster 1 – Buku dengan frekuensi sangat rendah dan lama peminjaman sangat tinggi.
 - Berjumlah 6 judul buku.
 - Frekuensi peminjaman sangat rendah (rata-rata 1,17 kali, maksimum hanya 2 kali).
 - Rata-rata lama peminjaman mencapai 786,25 hari, yang menunjukkan adanya kasus peminjaman yang tidak kembali dalam waktu lama atau keterlambatan yang ekstrem.
 - Kluster ini mengindikasikan buku-buku yang berpotensi bermasalah dari sisi administrasi sirkulasi dan perlu ditelusuri lebih lanjut.

3. Klaster 2 – Buku dengan frekuensi tinggi (high demand)

- Berjumlah 20 judul buku.
- Frekuensi peminjaman sangat tinggi, dengan rata-rata 24,15 kali dan maksimum 64 kali.
- Rata-rata lama peminjaman 8,75 hari.
- Klaster ini mencerminkan buku-buku yang sangat diminati dan sering dijadikan rujukan, terutama pada kategori Rekam Medis, Kebidanan, Keperawatan, dan Metode Penelitian.

Untuk memperjelas persebaran data, sebaran ketiga klaster divisualisasikan dalam bentuk diagram pencar (scatter plot) dengan sumbu-x Frekuensi Peminjaman dan sumbu-y Rata-rata Lama Peminjaman pada Gambar 4. Setiap klaster diberi warna berbeda sehingga perbedaan karakteristik antar klaster dapat terlihat dengan jelas.



Gambar 4. Sebaran Klaster K-Means Berdasarkan Frekuensi dan Lama Peminjaman

Pembahasan

1. Konsistensi Pola Data

Dominasi kategori Rekam Medis dan Kebidanan menunjukkan konsistensi antara pola peminjaman dengan struktur kurikulum kampus.

2. Pemanfaatan Klaster untuk Pengambilan Keputusan

- Klaster 2 (high demand) sangat cocok untuk:
 - penambahan eksemplar,
 - digitalisasi,
 - penyediaan reserve copy.
- Klaster 1 perlu evaluasi terkait:
 - status buku yang tidak kembali,
 - kesalahan pencatatan,
 - proses sirkulasi.

3. Temuan Peminjam Aktif

Identifikasi peminjam paling aktif dapat membantu perpustakaan:

- mengidentifikasi kelompok pengguna intensif,
- memberikan edukasi literasi informasi,
- atau memberi layanan prioritas.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis 1.517 transaksi peminjaman, 423 judul buku, dan 251 kategori/subjek dari sistem SLiMS 7, ditemukan bahwa pola peminjaman didominasi oleh bidang kesehatan, khususnya Rekam Medis, Kebidanan, dan

Keperawatan, dengan kategori Rekam Medis sebagai peminjaman tertinggi mencapai 146 transaksi, mencerminkan keselarasan kebutuhan literatur dengan kurikulum program studi. Aktivitas peminjaman juga menunjukkan adanya kelompok pengguna yang sangat aktif, dengan sepuluh peminjam terbanyak memiliki 14–31 kali transaksi, di mana peminjam dengan ID 2314401013 menjadi yang paling aktif. Rata-rata lama peminjaman berada pada 8–11 hari, meskipun terdapat kasus keterlambatan ekstrem lebih dari 700 hari. Klasterisasi menggunakan K-Means ($k=3$) menghasilkan tiga kelompok koleksi, yaitu Klaster 0 berisi mayoritas buku (414 judul) dengan frekuensi rendah–sedang dan lama pinjam rata-rata 10,96 hari; Klaster 1 berisi 6 buku dengan frekuensi sangat rendah tetapi lama pinjam sangat tinggi (rata-rata 786 hari), mengindikasikan potensi masalah sirkulasi; dan Klaster 2 berisi 20 buku dengan frekuensi sangat tinggi (14–64 kali) dan rata-rata lama pinjam 8,75 hari yang menunjukkan buku dengan permintaan tertinggi. Hasil ini memberikan dasar rekomendasi pengelolaan koleksi, seperti penambahan eksemplar untuk buku high-demand, verifikasi fisik untuk buku bermasalah, serta optimalisasi pemanfaatan koleksi mayoritas, sehingga membuktikan bahwa analisis data dan algoritma K-Means efektif dalam mengidentifikasi pola peminjaman dan mendukung manajemen koleksi perpustakaan berbasis data..

REFERENCES

- [1]. A. Rahman and D. F. Saputra, “Implementation of SLiMS 7 for Digital Library Management in Higher Education,” *Journal of Library Information Systems*, vol. 5, no. 2, pp. 45–54, 2021.
- [2]. S. Hidayat, “Digital Library Optimization Using SLiMS-Based Information Systems,” *Library Technology Review*, vol. 14, no. 1, pp. 33–41, 2020.
- [3]. S. Marpaung, “Library Collection Development Based on Borrowing Trends in Academic Libraries,” *International Journal of Library Science*, vol. 10, no. 1, pp. 12–20, 2020.
- [4]. L. Sari and T. Pramudita, “Library Usage Pattern Analysis Using Data Mining Techniques,” *Journal of Information Science and Technology*, vol. 9, no. 4, pp. 109–117, 2021.
- [5]. D. Widodo, “Utilizing Data Mining for Library Borrowing Pattern Analysis,” *Indonesian Journal of Informatics*, vol. 6, no. 2, pp. 65–74, 2021.
- [6]. M. Yusuf and L. Setiawan, “A Comparative Study of Clustering Algorithms for Library Borrowing Data,” *Journal of Data Mining Applications*, vol. 4, no. 3, pp. 77–85, 2022.
- [7]. K. Wibowo and A. Lestari, “Pattern Analysis of Library Book Borrowing Using K-Means Clustering,” *Procedia Computer Science*, vol. 216, pp. 325–332, 2023.
- [8]. N. Dewi and H. Wahyudi, “Machine Learning-Based Library Data Analysis for Collection Development,” *Journal of Smart Information Systems*, vol. 3, no. 1, pp. 58–67, 2022.
- [9]. F. Sitorus, “Integration of SLiMS with Data Mining for Academic Library Services,” *Indonesian Journal of Digital Libraries*, vol. 2, no. 1, pp. 22–30, 2023.
- [10]. R. Anggraini, “Predictive Analytics in Library Borrowing Using Clustering Methods,” *Journal of Information Technology and Libraries*, vol. 42, no. 1, pp. 101–112, 2023.
- [11]. A. K. Jain, “Data clustering: 50 years beyond K-means,” *Pattern Recognition Letters*, vol. 31, no. 8, pp. 651–666, 2010.
- [12]. L. Kaufman and P. J. Rousseeuw, *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2009.
- [13]. J. Han, J. Pei, and M. Kamber, *Data Mining: Concepts and Techniques*, 3rd ed. Burlington, MA, USA: Morgan Kaufmann, 2011.
- [14]. F. Pedregosa et al., “Scikit-learn: Machine learning in Python,” *Journal of Machine Learning Research*, vol. 12, pp. 2825–2830, 2011.
- [15]. R. Xu and D. Wunsch, “Survey of clustering algorithms,” *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 16, no. 3, pp. 645–678, 2005.