

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1. ANALISIS

Penelitian ini menganalisis sistem pengelompokan buku berdasarkan peminat di Perpustakaan UMG menggunakan algoritma K-Means Clustering dengan memproses data peminjaman buku dari SIM Perpustakaan periode Januari 2023 hingga April 2025. Tahapannya meliputi pengumpulan data peminjaman (Nama Buku, Stok, Tahun terbit, dan jumlah peminjam), praproses data (pembersihan duplikat, penanganan data kosong, dan penghitungan peminjaman per buku), serta normalisasi data jika diperlukan. Hasil analisis ini akan menjadi dasar pengembangan sistem untuk meningkatkan manajemen koleksi buku melalui rekomendasi strategis pengadaan buku yang sesuai dengan minat peminjam.

3.2. HASIL ANALISIS

Hasil analisis sistem menunjukkan bahwa Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Gresik belum memanfaatkan data peminjaman buku secara optimal untuk memahami minat peminjam. Hal ini menyulitkan pengambilan keputusan tentang pengadaan atau pengurangan koleksi buku, yang sering hanya berdasarkan intuisi atau referensi tidak objektif. Sistem yang diusulkan dalam penelitian ini harus mampu mengintegrasikan dan mengumpulkan data rekapitulasi peminjaman buku dari Sistem Informasi Perpustakaan periode 1 Januari 2023 hingga Juli 2025. Data tersebut kemudian akan diproses dengan menghapus duplikat, menangani data kosong, mengambil kode unik buku, serta menghitung dan menormalisasi frekuensi peminjaman per buku jika diperlukan.

Sistem akan menerapkan algoritma K-Means Clustering untuk mengelompokkan buku sesuai dengan minat peminjam. jumlah kluster optimal akan ditentukan menggunakan Davies Bouldin Index dan Silhouette Coefficient. Hasil klusterisasi akan ditampilkan dalam bentuk visualisasi data peminjaman yang mudah dipahami. Sistem ini juga diharapkan mampu memberikan

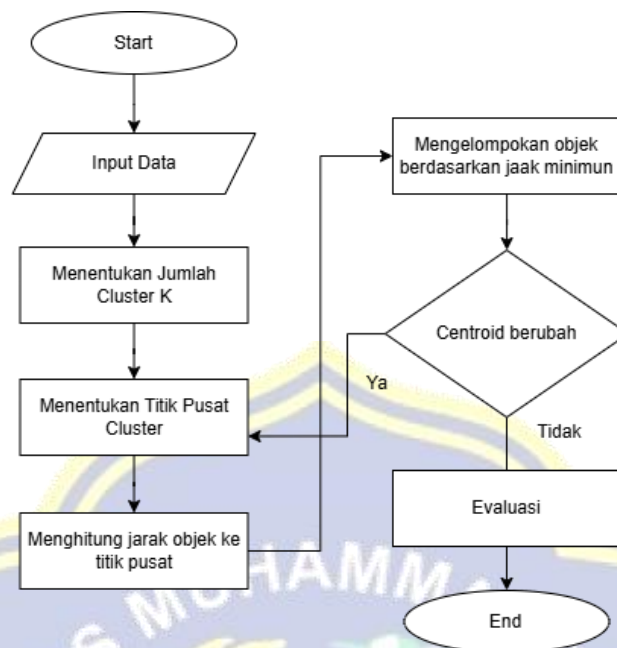
rekomendasi strategis untuk pengadaan buku populer dan evaluasi koleksi yang kurang diminati. Dari sisi kinerja, sistem harus mampu memproses data dalam jumlah besar dengan cepat, menggunakan Silhouette Score sebagai tolok ukur kualitas pengelompokan. Selain itu, antarmuka yang user-friendly diperlukan agar staf perpustakaan dapat dengan mudah mengelola akses dan operasional sistem. Dengan demikian, sistem ini akan membantu perpustakaan dalam mengambil keputusan yang lebih berbasis data dan efektif.

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data Peminjaman Buku untuk periode 1 Januari 2023 hingga 17 April 2025. data tersebut terdiri atribut tanggal pinjam, anggota, nama dan koleksi. Selanjutnya data akan ditransformasi menjadi Data jumlah peminjaman buku berdasarkan Atribut Nama Buku, Stok, Tahun Terbit dan total peminjam. Berikut adalah penjelasan Mengenai Atribut jumlah peminjaman buku.

Tabel 3.1. Atribut Sistem

| Atribut | Keterangan |
|-----------------|---------------------------------|
| Nama Buku | Nama buku yang dipinjam |
| Stok | Stok buku yang tersedia |
| Tahun Terbit | Tahun Terbit buku yang dipinjam |
| Jumlah peminjam | Jumlah buku yang dipinjam |

Pada tahap ini dibahas berbagai langkah yang terlibat dalam proses sistem cluster pada Algoritma Kmeans:



Gambar 3.1 Flowchart Algoritma K-Means

3.3. REPRESENTASI MODEL

Proses pengolahan data peminjaman buku untuk periode 1 Januari 2023 hingga 17 April 2025 dilakukan dengan menggunakan Model Total peminjaman buku. Model ini bertujuan menganalisis minat peminjam buku berdasarkan beberapa atribut, yaitu nama buku yang sering dipinjam, stok, tahun terbit dan total frekuensi peminjaman. Selanjutnya, data tersebut diproses menggunakan algoritma K-Means, sebuah metode clustering yang mengelompokkan data berdasarkan karakteristik serupa melalui perhitungan jarak terdekat antara data dan centroid. Hasilnya, data peminjaman buku akan terbagi ke dalam beberapa cluster.

Untuk menguji kualitas pengelompokan tersebut, digunakan Davies-Bouldin Index (untuk meminimalkan rasio dispersi intra-cluster terhadap separasi inter-cluster) dan Silhouette Coefficient (untuk mengukur kepadatan dan pemisahan cluster) menjadi esensial sebagai evaluasi. Metode ini menghitung seberapa kuat struktur cluster dengan membandingkan jarak antar-data dalam satu cluster. Jika nilai mendekati 1, struktur cluster dianggap kuat, sedangkan jika mendekati 0, berarti pengelompokan lemah.

3.3.1. Pre-Processing Data Peminjaman Buku

Pengolahan Data Peminjaman Buku menjadi Model Total Peminjaman buku merupakan tahap pengolahan Data untuk menentukan minat peminjam dengan cara sebagai berikut.

Tabel 3.2. Data Peminjaman Buku

| No | Tanggal | Kode buku | Judul Buku |
|-----|-------------------|-----------|--|
| 1 | 09, January 2023 | 29019 | Metodologi Penelitian Ilmu Keperawatan Pendekatan Praktis Edisi 4 |
| 2 | 13, January 2023 | 19292 | Statistika untuk Ekonomi dan Keuangan Modern (Edisi 3 Buku 2) |
| 3 | 23, February 2023 | 14832 | Mengajar Matematika (Sebuah Buku Sumber Alat Peraga, Aktivitas, dan Strategi) Untuk Guru Matematika SD, SMP, SMA |
| 4 | 13, March 2023 | 13557 | Ilmu Alamiah Dasar |
| 5 | 14, March 2023 | 18797 | Filsafat Hukum: Refleksi Kritis terhadap Hukum dan Hukum Indonesia (dalam Dimensi Ide dan Aplikasi) - Ed. Revisi |
| 6 | 15, March 2023 | 13117 | Bank dan Lembaga Keuangan Lain |
| 7 | 17, March 2023 | 26590 | Pengantar Negara Hukum dan HAM |
| 8 | 21, March 2023 | 29824 | Hukum dan Hak Asasi Manusia |
| 9 | 30, March 2023 | 32403 | Pendidikan Kewarganegaraan Bingkai NKRI |
| ... | ... | ... | ... |
| 40 | 25, April 2024 | 34008 | Biopsikologi Edisi 13 |

Tabel 3.2 merupakan Data Peminjaman buku yang terdiri dari Tanggal pinjam, Kode buku dan nama buku yang di pinjam yang nantinya akan diolah menjadi model Total Peminjaman buku. Proses pengolahan Data Peminjaman menjadi Model Total peminjaman bisa dilihat di Tabel 3.3 dan berikut adalah hasil pengolahan Data Peminjaman Menjadi Model Total peminjaman.

Tabel 3.3. Total Peminjaman Buku

| No | Nama Buku | Stok | Tahun Terbit | Total Peminjam |
|-----|-----------|------|--------------|----------------|
| 1 | Buku 1 | 11 | 2010 | 8 |
| 2 | Buku 2 | 6 | 2008 | 23 |
| 3 | Buku 3 | 6 | 2012 | 28 |
| 4 | Buku 4 | 13 | 2015 | 8 |
| 5 | Buku 5 | 14 | 2010 | 21 |
| 6 | Buku 6 | 4 | 2011 | 13 |
| 7 | Buku 7 | 6 | 2007 | 12 |
| 8 | Buku 8 | 14 | 2018 | 21 |
| 9 | Buku 9 | 7 | 2014 | 12 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 40 | Buku 40 | 8 | 2017 | 14 |

Pada Tabel 3.3 diketahui bahwa Nama buku adalah judul buku yang di pinjam, stok adalah stok buku yang tersedia untuk di pinjam, tahun terbit adalah waktu buku terbitkan dan Total Peminjam adalah jumlah keseluruhan buku yang dipinjam.

3.3.2. Pre-processing Normalisasi Min-Max Data Peminjaman Buku

Normalisasi Min-Max pada data Peminjaman Buku adalah proses pengolahan data untuk mempersiapkannya dalam perhitungan K-Means Clustering. Metode ini mengubah data ke dalam skala 0 hingga 1, di mana nilai 0 merepresentasikan angka terendah dan nilai yang mendekati 1 menunjukkan angka tertinggi. Berikut contoh perhitungan menggunakan Persamaan (2.1) Normalisasi Min-Max. Tabel 3.3 merupakan Data Peminjaman Buku yang akan dinormalisasi Min-Max seperti pada berikut.

Tabel 3.4 Normalisasi Min Max

| Data Peminjaman | S | T | TP |
|-----------------|----|------|----|
| Max | 23 | 2019 | 29 |
| Min | 3 | 2005 | 3 |

Tabel 3.4 menunjukkan proses perhitungan Normalisasi Min-Max, di mana nilai maksimum dan minimum setiap atribut diambil terlebih dahulu.

Selanjutnya, setiap data Peminjaman buku dihitung menggunakan rumus normalisasi Min-Max seperti yang dijelaskan di bawah ini.

Contoh rumus pada tabel Stok :

$$X_{\text{norm}} = \frac{23-3}{23-3} = 1$$

Contoh rumus pada tabel Tahun Terbit :

$$X_{\text{norm}} = \frac{2007-2005}{2019-2005} = \frac{2}{14} = 0,142$$

Contoh rumus pada tabel Stok :

$$X_{\text{norm}} = \frac{27-3}{29-3} = \frac{24}{26} = 0,923$$

Penjelasan rumus yang diberikan merupakan contoh perhitungan normalisasi Min-Max untuk kolom Stok, Tahun Terbit, dan Total Peminjam. Proses normalisasi tersebut perlu diterapkan ke seluruh data yang ada. Rumus yang digunakan mengacu pada Persamaan (2.1), dan hasil normalisasi dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Hasil Normalisasi

| Nama Buku | Stok | Tahun Terbit | Total Peminjam |
|-----------|------|--------------|----------------|
| Buku 1 | 0,4 | 0,357 | 0,192 |
| Buku 2 | 0,15 | 0,214 | 0,769 |
| Buku 3 | 0,15 | 0,5 | 0,962 |
| Buku 4 | 0,5 | 0,714 | 0,192 |
| Buku 5 | 0,55 | 0,357 | 0,692 |
| Buku 6 | 0,05 | 0,429 | 0,385 |
| Buku 7 | 0,15 | 0,143 | 0,346 |
| Buku 8 | 0,55 | 0,929 | 0,692 |
| Buku 9 | 0,2 | 0,643 | 0,346 |
| ... | ... | ... | ... |
| Buku 40 | 0,2 | 0,643 | 0,346 |

3.3.3. Perhitungan Algoritma K-Means

Proses clustering diawali dengan menentukan jumlah kluster (k) yang ingin dibentuk. Dalam penelitian ini, digunakan k=2,3,4 dan 5 untuk

mengelompokkan data menjadi tiga kategori berdasarkan tingkat peminatan, yaitu kluster peminat rendah, menengah, dan tinggi. Inisialisasi centroid awal dilakukan secara acak dengan memilih tiga titik acak dari dataset peminjaman buku sebagai titik pusat awal sebelum iterasi perhitungan dimulai.

1. Menentukan Titik Awal Centroid Secara Acak

Tabel 3.6. Inisialisasi awal Centroid Cluster 2

| Cluster | Stok | Tahun Terbit | Total Peminjam |
|-----------|------|--------------|----------------|
| Cluster 1 | 0,6 | 0,929 | 1 |
| Cluster 2 | 0 | 0 | 0,308 |

Tabel 3.7. Inisialisasi awal Centroid Cluster 3

| Cluster | Stok | Tahun Terbit | Total Peminjam |
|-----------|------|--------------|----------------|
| Cluster 1 | 0,6 | 0,929 | 1 |
| Cluster 2 | 0 | 0,643 | 0,462 |
| Cluster 3 | 0,45 | 0,214 | 0,115 |

Tabel 3.8. Inisialisasi awal Centroid Cluster 4

| Cluster | Stok | Tahun Terbit | Total Peminjam |
|-----------|------|--------------|----------------|
| Cluster 1 | 0,6 | 0,929 | 1 |
| Cluster 2 | 0,6 | 1 | 0,923 |
| Cluster 3 | 0 | 0 | 0,308 |
| Cluster 4 | 0,5 | 0,5 | 0,154 |

Tabel 3.9. Inisialisasi awal Centroid Cluster 5

| Cluster | Stok | Tahun Terbit | Total Peminjam |
|-----------|------|--------------|----------------|
| Cluster 1 | 0,6 | 0,929 | 1 |
| Cluster 2 | 0,6 | 1 | 0,923 |
| Cluster 3 | 0 | 0 | 0,308 |
| Cluster 4 | 0,5 | 0,5 | 0,154 |
| Cluster 5 | 0,55 | 0,571 | 0,846 |

2. Melakukan penghitungan jarak (Euclidean Distance) menggunakan Persamaan (2.2) pada setiap titik pada data jumlah peminjaman dengan pusat Centroid terpilih. Berikut adalah contoh proses menghitung jarak (Euclidean Distance) (2.2) pada data nomor 1 menjadi x_1 sementara Pusat Centroid dengan Cluster 1,2 dan 3 adalah C_1 , C_2 dan C_3 .

$$d(x_1, c_1)$$

$$\sqrt{(0,4 - 0,6)^2 + (0,357 - 0,929)^2 + (0,192 - 1)^2} = 1,58$$

$$d(x_1, c_2)$$

$$\sqrt{(0,4 - 0)^2 + (0,357 - 0,643)^2 + (0,192 - 0,462)^2} = 0,156$$

$$d(x_1, c_3)$$

$$\sqrt{(0,4 - 0,45)^2 + (0,357 - 0,214)^2 + (0,192 - 0,115)^2} = 0,17$$

Setelah menghitung jarak Euclidean setiap data terhadap pusat centroid, setiap data akan dialokasikan ke kluster dengan jarak terdekat. Sebagai contoh, data nomor 2 memiliki jarak terpendek ke centroid kluster 2 (jarak = 0,156), sehingga dimasukkan ke kluster 2. Proses ini berulang untuk seluruh data (hingga data ke-40) hingga semua titik terklusterisasi. Hasil perhitungan jarak Euclidean untuk 2,3,4 dan 5 kluster dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.10. Iterasi 1 perhitungan jarak untuk cluster 2

| Buku | Jarak C1 | Jarak C2 | Cluster |
|--------|----------|----------|---------|
| Buku 1 | 1,6 | 0,6 | C2 |
| Buku 2 | 1,4 | 0,8 | C2 |
| Buku 3 | 0,9 | 1,3 | C1 |
| Buku 4 | 1,1 | 1,1 | C2 |
| Buku 5 | 0,9 | 1,3 | C1 |
| Buku 6 | 1,7 | 0,6 | C2 |

| | | | |
|---------|-----|-----|-----|
| Buku 7 | 1,9 | 0,3 | C2 |
| Buku 8 | 0,4 | 1,9 | C1 |
| Buku 9 | 1,3 | 0,9 | C2 |
| ... | ... | ... | ... |
| Buku 50 | 1,0 | 1,2 | C1 |

Tabel 3.11. Iterasi 1 perhitungan jarak untuk cluster 3

| Buku | Jarak C1 | Jarak C2 | Jarak C3 | Cluster |
|---------|----------|----------|----------|---------|
| Buku 1 | 1,6 | 0,2 | 0,2 | C2 |
| Buku 2 | 1,4 | 0,0 | 0,4 | C2 |
| Buku 3 | 0,9 | 0,5 | 0,8 | C2 |
| Buku 4 | 1,1 | 0,3 | 0,6 | C2 |
| Buku 5 | 0,9 | 0,5 | 0,8 | C2 |
| Buku 6 | 1,7 | 0,2 | 0,1 | C3 |
| Buku 7 | 1,9 | 0,5 | 0,1 | C3 |
| Buku 8 | 0,4 | 1,1 | 1,4 | C1 |
| Buku 9 | 1,3 | 0,1 | 0,4 | C2 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| Buku 50 | 1,0 | 0,4 | 0,8 | C2 |

Tabel 3.12. Iterasi 1 perhitungan jarak untuk cluster 4

| Buku | Jarak C1 | Jarak C2 | Jarak C3 | Jarak C4 | Cluster |
|--------|----------|----------|----------|----------|---------|
| Buku 1 | 1,6 | 1,6 | 0,6 | 0,2 | C4 |
| Buku 2 | 1,4 | 1,4 | 0,8 | 0,0 | C4 |
| Buku 3 | 0,9 | 0,9 | 1,3 | 0,5 | C4 |
| Buku 4 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 0,3 | C4 |
| Buku 5 | 0,9 | 0,9 | 1,3 | 0,4 | C4 |
| Buku 6 | 1,7 | 1,7 | 0,6 | 0,3 | C4 |
| Buku 7 | 1,9 | 1,9 | 0,3 | 0,5 | C3 |
| Buku 8 | 0,4 | 0,4 | 1,9 | 1,0 | C2 |
| Buku 9 | 1,3 | 1,3 | 0,9 | 0,04 | C4 |
| ... | ... | ... | ... | | ... |

| | | | | | |
|------|------|------|-----|-----|----|
| Buku | | | | | C1 |
| 50 | 0,00 | 0,01 | 2,2 | 1,4 | |

Tabel 3.13. Iterasi 1 perhitungan jarak untuk cluster 5

| Buku | Jarak C1 | Jarak C2 | Jarak C3 | Jarak C4 | Jarak C5 | Cluster |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| Buku 1 | 1,6 | 1,6 | 0,6 | 0,2 | 1,0 | C4 |
| Buku 2 | 1,4 | 1,4 | 0,8 | 0,0 | 0,8 | C4 |
| Buku 3 | 0,9 | 0,9 | 1,3 | 0,5 | 0,4 | C5 |
| Buku 4 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 0,3 | 0,6 | C4 |
| Buku 5 | 0,9 | 0,9 | 1,3 | 0,4 | 0,4 | C5 |
| Buku 6 | 1,7 | 1,7 | 0,6 | 0,3 | 1,1 | C4 |
| Buku 7 | 1,9 | 1,9 | 0,3 | 0,5 | 1,3 | C3 |
| Buku 8 | 0,4 | 0,4 | 1,9 | 1,0 | 0,2 | C5 |
| Buku 9 | 0,01 | 0,00 | 2,2 | 1,4 | 0,6 | C2 |
| ... | ... | ... | ... | | | ... |
| Buku 50 | 0,00 | 0,01 | 2,2 | 1,4 | 0,6 | C1 |

3. Menghitung Centroid Baru Setelah seluruh data terklusterisasi, centroid diperbarui dengan menghitung nilai rata-rata seluruh titik data dalam masing-masing cluster menggunakan Persamaan (2.3). Sebagai contoh, berikut perhitungan centroid baru untuk cluster 1.

$$C_{1 \text{ Stok}} = (1+0,8+0,55+0,95+0,55+0,2+0,6+0,6)/8 = 0,656$$

$$C_{1 \text{ Tahun Terbit}} = (0,929+0,929+0,571+0,929+0,929+1+1+0,929)/8 = 0,902$$

$$C_{1 \text{ Total Peminjam}} = (0,115+0,192+0,846+0,192+0,692+0,692+0,923+1)/8 = 0,582$$

Dari perhitungan tersebut maka dapat dilanjutkan dengan menghitung pusat centroid cluster 2,3,4 dan 5. Hasil yang

didapatkan pusat cluster baru pada iterasi 2 terlihat pada **Tabel 3.14.**

Tabel 3.14. Centroid Baru Iterasi 2

| Centroid Baru | | | |
|---------------|-------|-------|-------|
| C1 | 0,656 | 0,902 | 0,582 |
| C2 | 0,269 | 0,598 | 0,428 |
| C3 | 0,119 | 0,197 | 0,370 |

Proses iterasi akan terus berulang dengan mekanisme yang sama hingga tidak terjadi lagi perubahan data dalam cluster. Jika pada iterasi kedua masih terdeteksi perubahan data, algoritma akan melanjutkan ke iterasi ketiga. Ketika pada iterasi ketiga diketahui bahwa tidak ada perubahan data dibandingkan iterasi kedua dan nilai centroid cluster sudah stabil sama dengan iterasi sebelumnya, maka proses iterasi akan berhenti pada tahap ini. Namun, jika masih terlihat perubahan data atau pergeseran nilai centroid, algoritma akan terus melakukan iterasi hingga kedua kondisi terpenuhi, yaitu ketika data tidak lagi berpindah cluster. Berikut ditampilkan tabel hasil clustering yang mencapai konvergensi pada iterasi kedua.

Tabel 3.15. Hasil Cluster Total Peminjaman Buku

| Buku | Jarak C1 | Jarak C2 | Jarak C3 | Cluster |
|--------|----------|----------|----------|---------|
| Buku 1 | 1,19 | 0,37 | 0,20 | C3 |
| Buku 2 | 1,01 | 0,19 | 0,39 | C2 |
| Buku 3 | 0,53 | 0,29 | 0,87 | C2 |
| Buku 4 | 0,73 | 0,08 | 0,66 | C2 |
| Buku 5 | 0,54 | 0,28 | 0,85 | C2 |
| Buku 6 | 1,28 | 0,46 | 0,12 | C3 |
| Buku 7 | 1,50 | 0,68 | 0,11 | C3 |

| | | | | |
|---------|------|------|------|-----|
| Buku 8 | 0,03 | 0,85 | 1,43 | C1 |
| Buku 9 | 0,95 | 0,13 | 0,44 | C3 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| Buku 40 | 0,61 | 0,21 | 0,78 | C2 |

Hasil Cluster pada Tabel 3.15 tersebut adalah hasil akhir dari proses Perhitungan K-Means Clustering yang berhenti di Iterasi 4 dan selanjutnya adalah uji evaluasi hasil Pengelompokan buku sesuai minat peminjam apakah tiap Cluster tersebut mempunyai Interpretasi Struktur yang Kuat untuk dijadikan Hasil Cluster pilihan.

4. Selanjutnya, menentukan centroid terbaik melalui langkah menghitung nilai setiap centroid mempergunakan Davies Bouldin Index (DBI) dan Silhouette Coefficient.

1. Davies Bouldin Index (DBI)

Tabel 3.16. Hasil Perhitungan DBI

| Cluster | SSW | SSB | Rasio | DBI |
|-----------|-------|-------|--------|-------|
| 2 Cluster | 0,26 | 0,88 | 0,57 | 0,570 |
| | 0,24 | | | |
| 3 Cluster | 0,201 | 0,82 | 0,435 | 0,494 |
| | 0,154 | 1,39 | 0,251 | |
| | 0,149 | 0,58 | 0,524 | |
| 4 Cluster | 0,003 | 0,52 | 0,16 | 0,535 |
| | 0,08 | 1,78 | 0,32 | |
| | 0,57 | 1,20 | 0,13 | |
| | | 1,27 | 0,38 | |
| | 0,15 | 0,69 | 0,10 | |
| 0,58 | | 0,72 | | |
| 5 Cluster | 0 | 0,148 | 0 | 0,160 |
| | | 1,814 | 0,1316 | |

| | | | | |
|--|--------|-------|--------|--|
| | 0 | 1,264 | 0,1315 | |
| | 0,1316 | 0,059 | 0,1785 | |
| | | 0,652 | 0,1316 | |
| | 0,1315 | 1,258 | 0,1315 | |
| | | 0,646 | 0,1785 | |
| | | 0,325 | 0,035 | |
| | 0,179 | 0,385 | 0,0469 | |
| | | 0,059 | 0,0470 | |

2. Silhouette Coefficient

Tabel 3.17. Hasil Dari Perhitungan Silhouette Coefficient Untuk Cluster 2

| Cluster | a(i) | d(i,1) | d(i,2) | b(i) | s(i) | SC |
|---------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|
| C1 | 0,585 | | 0,655 | 0,655 | 0,107 | 0,313 |
| | 0,739 | | 0,897 | 0,897 | 0,176 | |
| | 0,572 | | 0,884 | 0,884 | 0,353 | |
| C2 | 0,435 | 0,776 | | 0,776 | 0,439 | 0,288 |
| | ... | ... | ... | ... | ... | |
| | 0,484 | 0,621 | | 0,621 | 0,22 | |

Tabel 3.18. Hasil Dari Perhitungan Silhouette Coefficient Untuk Cluster 3

| Cluster | a(i) | d(i,1) | d(i,2) | d(i,3) | b(i) | s(i) | SC |
|---------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| C1 | 0,298 | | 0,408 | 0,506 | 0,304 | 0,021 | 0,288 |
| | 0,173 | | 0,550 | 0,638 | 0,363 | 0,524 | |
| | 0,169 | | 0,574 | 0,663 | 0,353 | 0,521 | |
| C2 | 0,237 | 0,449 | | 0,375 | 0,419 | 0,434 | 0,288 |
| | 0,275 | 0,396 | | 0,377 | 0,367 | 0,251 | |
| C3 | 0,211 | 0,562 | 0,358 | | 0,386 | 0,454 | 0,288 |
| | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |
| | 0,223 | 0,588 | 0,414 | | 0,350 | 0,364 | |

Tabel 3.19. Hasil Dari Perhitungan Silhouette Coefficient Untuk Cluster 4

| Cluster | a(i) | d(i,1) | d(i,2) | d(i,3) | d(i,4) | b(i) | s(i) | SC |
|---------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| C1 | 0,080 | | 0,454 | 0,829 | 0,588 | 0,454 | 0,824 | 0,149 |
| | 0,080 | | 0,429 | 0,900 | 0,657 | 0,429 | 0,814 | |
| C2 | 0,437 | 0,231 | | 0,808 | 0,516 | 0,231 | 0,894 | |
| | 0,446 | 0,207 | | 0,883 | 0,571 | 0,207 | 1,153 | |
| C3 | 0,282 | 0,950 | 0,758 | | 0,443 | 0,443 | 0,362 | |
| | 0,268 | 0,925 | 0,736 | | 0,350 | 0,350 | 0,235 | |
| | 0,282 | 0,813 | 0,670 | | 0,359 | 0,359 | 0,214 | |
| C4 | 0,330 | 0,612 | 0,536 | 0,466 | | 0,466 | 0,292 | |
| | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |
| | 0,344 | 0,608 | 0,544 | 0,594 | | 0,544 | 0,368 | |

Tabel 3.20. Hasil Dari Perhitungan Silhouette Coefficient Untuk Cluster 5

| Cluster | a(i) | d(i,1) | d(i,2) | d(i,3) | d(i,4) | d(i,5) | b(i) | s(i) | SC |
|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| C1 | 0,00 | | 0,105 | 1,091 | 0,822 | 0,640 | 0,105 | 1,000 | 0,349 |
| C2 | 0,00 | 0,105 | | 1,096 | 0,798 | 0,618 | 0,105 | 1,000 | |
| C3 | 0,344 | 0,965 | 0,958 | | 0,400 | 0,765 | 0,400 | 0,141 | |
| | 0,267 | 1,117 | 1,127 | | 0,558 | 0,891 | 0,558 | 0,523 | |
| | 0,271 | 0,974 | 0,981 | | 0,440 | 0,775 | 0,440 | 0,384 | |

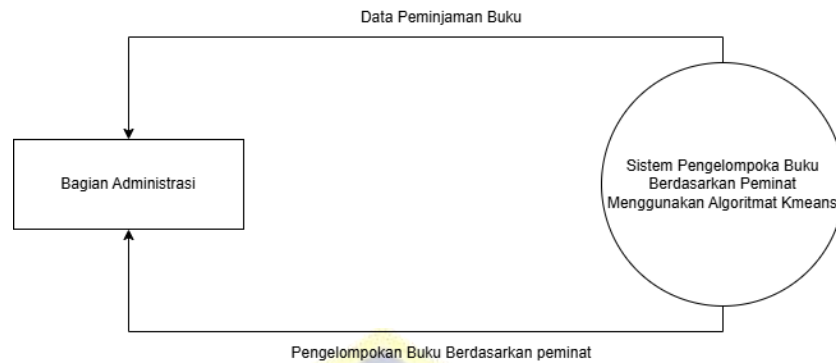
| | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| C4 | 0,307 | 0,818 | 0,788 | 0,479 | | 0,632 | 0,479 | 0,359 |
| | 0,401 | 0,855 | 0,837 | 0,510 | | 0,705 | 0,510 | 0,214 |
| | 0,328 | 0,699 | 0,652 | 0,628 | | 0,559 | 0,559 | 0,413 |
| C5 | 0,644 | 0,510 | 0,462 | 0,886 | 0,563 | | 0,462 | 0,394 |
| | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| | 0,712 | 0,881 | 0,814 | 1,099 | 0,813 | | 0,813 | 0,124 |

Berdasarkan hasil perhitungan Davies-Bouldin Index (DBI) untuk 2 hingga 5 cluster, nilai DBI terendah dan paling optimal ditemukan pada 5 cluster, yaitu sebesar 0,160. Perlu diketahui bahwa dalam interpretasi DBI, nilai yang semakin mendekati nol menunjukkan kualitas pengelompokan (klaster) yang lebih baik. Ini berarti klaster-klaster yang terbentuk memiliki jarak yang baik satu sama lain, namun anggota dalam setiap klaster sangat mirip. Selain itu, Silhouette Coefficient untuk 2 hingga 5 klaster menunjukkan nilai 0,349. Menurut interpretasi standar, nilai ini mengindikasikan bahwa struktur klaster yang terbentuk termasuk dalam kategori baik. Nilai Silhouette Coefficient yang tinggi menunjukkan bahwa objek (data) sangat cocok dengan klaster mereka sendiri dan tidak cocok dengan klaster tetangga.

3.4. PERANCANGAN SISTEM

3.4.1. Diagram Konteks

Diagram konteks ini menampilkan entitas eksternal beserta interaksinya dengan sistem, termasuk aliran data yang menghubungkan entitas-entitas tersebut dengan sistem. Diagram konteks sistem dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.2 Diagram konteks Sistem Pengelompokan Buku Berdasarkan Peminat

Gambar 3.2 mengilustrasikan alur proses dalam Sistem Pengelompokan Buku Berdasarkan Peminat di perpustakaan. Entitas yang terlibat adalah Bagian Administrasi sebagai pengguna sistem. Proses dimulai ketika Bagian Administrasi memasukkan data peminjaman buku, kemudian sistem melakukan perhitungan untuk mengelompokkan buku ke dalam tiga kategori: minat rendah, minat menengah, dan minat tinggi menggunakan algoritma K-Means. Terakhir, Bagian Administrasi dapat melihat hasil pengelompokan buku berdasarkan peminat.

3.4.2. Diagram Jenjang Sistem

Diagram berjenjang dibutuhkan untuk menjadi penjelas terkait keseluruhan proses yang terdapat dalam sistem.



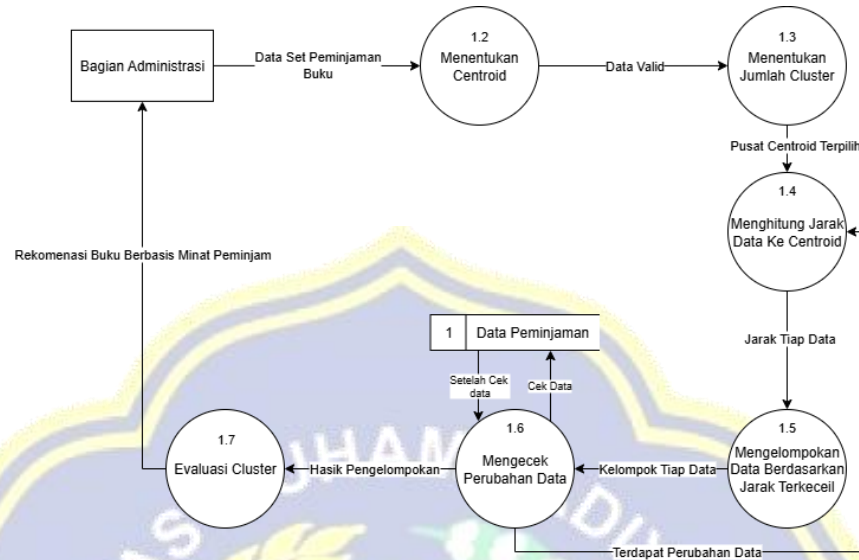
Gambar 3.3 Diagram Jenjang Sistem Pengelompokan buku Berdasarkan peminat menggunakan K-Means

Pada Gambar 3.3 memperhatikan dengan menyeluruh proses yang akan dijalankan dalam sistem Pengelompokan buku Berdasarkan peminat menggunakan Algoritma K-Means seperti yang dijelaskan dalam Gambar 3.3 tersebut :

1. Top level: Sistem ini mengadopsi teknik data mining berupa clustering untuk mengelompokkan buku sesuai dengan minat peminjam menggunakan algoritma K-Means.
2. Sistem ini melakukan pengelompokan data melalui beberapa tahap, dimulai dengan menentukan centroid sebagai langkah awal. Centroid berfungsi sebagai titik pusat acuan dalam mengelompokkan data peminjaman buku, yang nantinya digunakan untuk analisis pengelompokan buku sesuai dengan minat peminjam. Selanjutnya, sistem menerapkan Algoritma K-Means sebagai metode clustering, di mana prosesnya mencakup perhitungan jarak data ke centroid serta iterasi untuk mengoptimalkan pengelompokan. Dengan demikian, sistem mampu menghasilkan pengelompokan data yang efektif berdasarkan pola peminjaman buku.

3.4.3. Data Flow Diagram (DFD) Sistem

3.4.3.1.DFD Level 1 Pada Sistem Pengelompokan buku berdasarkan peminat menggunakan Algoritme K-Means.



Gambar 3.4 DFD Level 1 Sistem Pengelompokan buku Berdasarkan peminat menggunakan K-Means

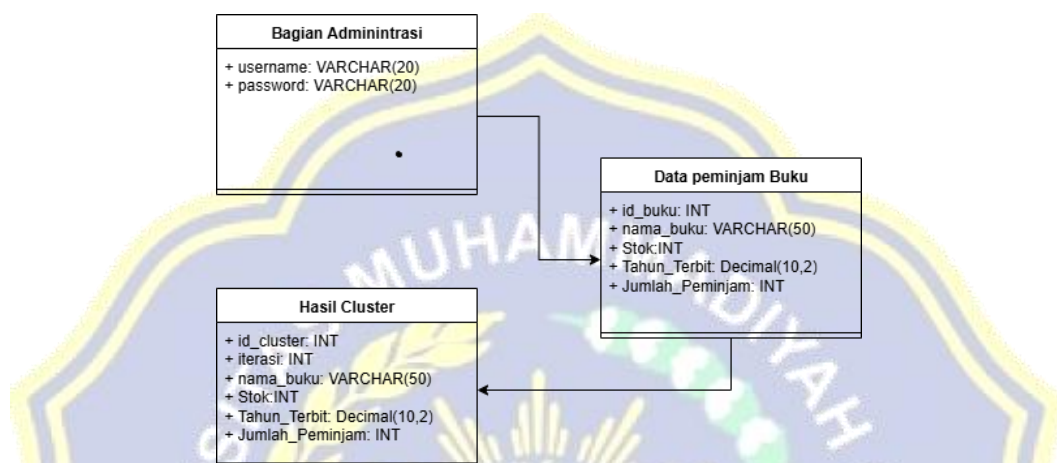
Pada Gambar 3.4 merupakan Aktivitas DFD pada level 1 terdapat beberapa proses antara lain :

1. Bagian Administrasi memasukkan data peminjaman buku dan menentukan centroid.
2. Proses 1.2 Menentukan Centroid awal dari Data Peminjaman buku.
3. Proses 1.3 Menentukan Jumlah Cluster dari Data Peminjaman buku sampai pusat Centroid terpenuhi .
4. Proses 1.4 menghitung Jarak Data ke Centroid untuk mengetahui Jarak tiap Data.
5. Proses 1.5 Kelompok Data berdasarkan Jarak terkecil untuk Dikelompokkan untuk setiap data.
6. Proses 1.6 mengecek Perubahan Data apakah ada perubahan dipusat Centroid pada Centroid sebelumnya
7. Apabila Data terdapat perubahan maka akan diulang kembali ke proses 1.4 Menghitung Jarak ke Centroid dan apabila tidak terjadi

perubahan Data maka Pengelompokan Buku berbasis minat peminjam diketahui.

8. Proses 1.7 Hasil pengelompokan dievaluasi dan ditampilkan oleh sistem dalam bentuk visualisasi.

3.5. PERANCANGAN BASIS DATA



Gambar 3.5 Entity Relationship Diagram Sistem Pengelompokan Buku Berdasarkan Peminat menggunakan K-Means

Pada sistem Pengelompokan Buku Berdasarkan Peminat, terdapat basis data yang berfungsi sebagai penyimpanan data. Database ini terdiri dari beberapa tabel yang terorganisir dengan struktur yang jelas, layaknya rak buku digital yang menyimpan berbagai jenis data secara sistematis. Relasi antar tabel serta struktur datanya dapat dilihat melalui Entity Relationship Diagram (ERD) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5.

3.5.1. Tabel Bagian Administrasi

Tabel Bagian Administrasi menyimpan data pengguna dan memungkinkan pengguna mengakses aplikasi. Struktur tabel Bagian Administrasi mampu diperhatikan melalui Tabel 3.21.

Tabel 3.21. Bagian Administrasi

| No | Name | Type | Length | Key |
|----|----------|---------|--------|-----|
| 1 | username | VARCHAR | 20 | PK |
| 2 | password | VARCHAR | 20 | - |

3.5.2. Tabel Data Peminjaman Buku

Tabel Data Peminjaman Buku merupakan tabel yang menyimpan data peminjaman buku. Dimana data tersebut dapat dimasukkan dengan Excel.

Tabel 3.22. Data Peminjaman Buku

| No | Name | Type | Length | Key |
|----|-----------------|---------|--------|-----|
| 1 | id_buku | INT | - | PK |
| 2 | nama_buku | VARCHAR | 50 | - |
| 3 | Stok | INT | - | |
| 4 | Tahun_terbit | DECIMAL | 10,2 | |
| 5 | jumlah_peminjam | INT | - | |

3.5.3. Tabel Hasil Cluster

Tabel Hasil Cluster adalah tabel yang berisi hasil output dari proses perhitungan Algoritma K-Means Clustering berikut adalah contoh tabel Hasil Cluster.

Tabel 3.23. Hasil Cluster

| No | Name | Type | Length | Key |
|----|-----------------|---------|--------|-----|
| 1 | id_cluster | INT | - | PK |
| 2 | iterasi | INT | - | - |
| 3 | nama_buku | VARCHAR | 50 | - |
| 4 | Stok | INT | - | |
| 5 | Tahun_terbit | DECIMAL | 10,2 | |
| 6 | jumlah_peminjam | INT | - | |

3.6. PERANCANGAN ANTARMUKA SISTEM

3.6.1. Halaman Login

Halaman login merupakan gerbang awal sistem yang mengharuskan pengguna memasukkan username dan password yang valid. Apabila yang dimasukkan tidak sesuai dengan data yang tersimpan di database, sistem akan menampilkan pesan error yang menginformasikan bahwa username

atau password salah. Tampilan halaman login dapat dilihat pada Gambar 3.6.

| Selamat Datang Di Sistem Pengelompokan Buku Berdasarkan Peminat Perpustakaan Universitas Gresik | |
|--|--|
| <input type="button" value="Login"/> <input type="text" value="Username"/> <input type="text" value="Password"/> <input type="button" value="Masuk"/> | |
| Belum Memiliki Akun? Daftar Disini | |

Gambar 3.6 Tampilan Login

3.6.2. Halaman Register

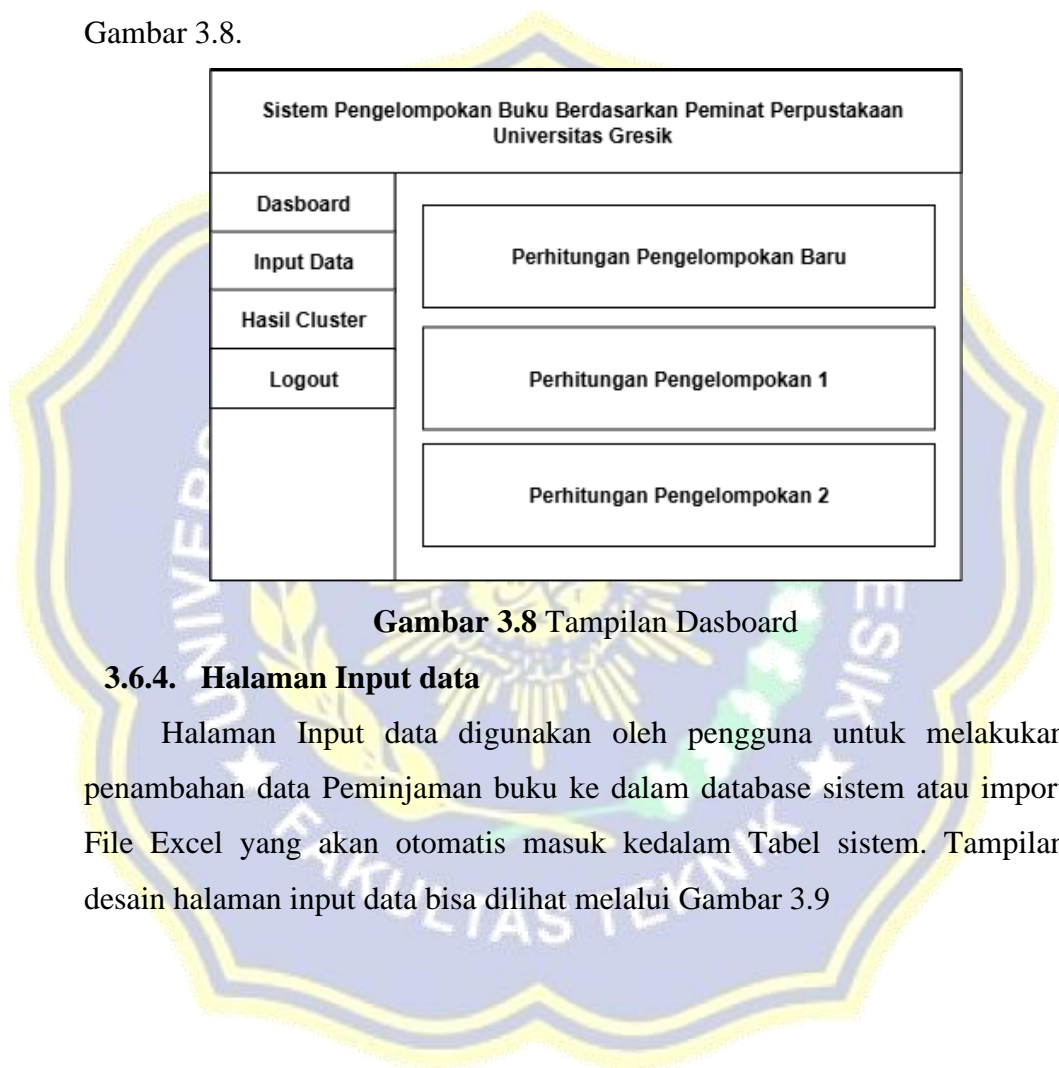
Halaman register berfungsi sebagai antarmuka pendaftaran akun baru bagi pengguna yang belum terdaftar dalam sistem. Untuk membuat akun, pengguna harus mengisi formulir yang mencakup username dan password sesuai ketentuan sistem. Apabila username yang dimasukkan sudah terdaftar sebelumnya, sistem akan menampilkan notifikasi kesalahan dan meminta pengguna menggunakan username alternatif. Implementasi antarmuka halaman registrasi dapat dilihat pada Gambar 3.7.

| Sistem Pengelompokan Buku Berdasarkan Peminat Perpustakaan Universitas Gresik | |
|---|--|
| <input type="button" value="Registrasi"/> <input type="text" value="Username"/> <input type="text" value="Password"/> <input type="text" value="Nama Lengkap"/> <input type="button" value="Registrasi"/> | |
| Sudah Memiliki Akun? Login Disini | |

Gambar 3.7 Tampilan Register

3.6.3. Halaman Dashboard

Halaman dashboard menampilkan ringkasan hasil perhitungan klaster sebelumnya. Administrator dapat melakukan berbagai operasi seperti membuat perhitungan klaster baru, mengubah parameter perhitungan yang sudah ada, atau menghapus data klaster tertentu sesuai kebutuhan pengolahan data. Tampilan antarmuka dashboard sistem ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Tampilan Dashboard

3.6.4. Halaman Input data

Halaman Input data digunakan oleh pengguna untuk melakukan penambahan data Peminjaman buku ke dalam database sistem atau import File Excel yang akan otomatis masuk kedalam Tabel sistem. Tampilan desain halaman input data bisa dilihat melalui Gambar 3.9

| Sistem Pengelompokan Buku Berdasarkan Peminat Perpustakaan Universitas Gresik | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------|-----------|--------------|----------------|----------------|--|--|--|--|--|
| Dashboard | <p style="text-align: center;">Data Peminjaman</p> <p>Input Data : <input type="button" value="Choose File"/> <input type="button" value="Input Manual"/></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>id buku</th> <th>Nama buku</th> <th>Stok</th> <th>tahun terbit</th> <th>Total peminjam</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5" style="height: 100px;"></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Lakukan Proses Clustering"/></p> | id buku | Nama buku | Stok | tahun terbit | Total peminjam | | | | | |
| id buku | | Nama buku | Stok | tahun terbit | Total peminjam | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Input Data | | | | | | | | | | | |
| Hasil Cluster | | | | | | | | | | | |
| Logout | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Gambar 3.9 Tampilan Input Data

3.6.5. Halaman Hasil Cluster

Halaman ini menampilkan hasil akhir atas proses clustering. Yang mencakup tabel diawali pada Iterasi pertama sampai Iterasi terakhir, beserta pengelompokan data peminjam melalui setiap cluster. Tampilan halaman hasil cluster mampu Dilihat melalui Gambar 3.10.

| Sistem Pengelompokan Buku Berdasarkan Peminat Perpustakaan Universitas Gresik | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------|-----------|-----------|--|------|-----------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Dashboard | <p style="text-align: center;">Hasil Proses Untuk Clustering Algoritma Kmeans Terhadap Data</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Iterasi</th> </tr> <tr> <th>Buku</th> <th>Cluster 1</th> <th>Cluster 2</th> <th>Cluster 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Grafik Visualisasi"/></p> | Iterasi | | | | Buku | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | | | | | | | | | | | | |
| Iterasi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Buku | | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Input Data | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hasil Cluster | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Logout | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Gambar 3.10. Tampilan Hasil Cluster

3.7. Perancangan PENGUJIAN SISTEM

1. Menggunakan data Peminjaman Buku periode Januari 2023 hingga April 2025.
2. Melakukan import data Excel dan isi manual data peminjaman kedalam sistem.

Melakukan Proses K-Means untuk mendapatkan Hasil Pengelompokan Buku Berdasarkan Peminat.

3.7.1. Perancangan Evaluasi Davies Bouldin Index (DBI)

Evaluasi Davies Bouldin Index dijalankan untuk mengukur kedekatan jarak antar anggota yang terdapat dalam sebuah cluster. Nilai DBI diperoleh dengan melewati beragam tahapan perhitungan, yaitu SSW (Sum of Squared Within-cluster), SSB (Sum of Squared Between-cluster), nilai R (Rasio) beserta DBI itu sendiri. pada tahap pertama, perhitungan SSW dilakukan seperti yang dijelaskan dalam persamaan 2.4.

Tabel 3.24. Pehitungan SSW

| Cluster | Datake-i | K1 | K2 | K-n | Data Ke Centroid | SSW |
|---------|----------|----|----|-----|------------------|-----|
| C1 | | | | | | |
| | | | | | | |
| C2 | | | | | | |
| | | | | | | |
| C-n | | | | | | |
| | | | | | | |

Setelah memperoleh nilai SSW, langkah berikutnya adalah menghitung SSB menggunakan Persamaan 2.5 dengan memanfaatkan nilai centroid dari iterasi terakhir. Setelah kedua nilai (SSW dan SSB) didapatkan, kita dapat menghitung rasio antar cluster menggunakan Persamaan 2.6. Berdasarkan rasio ini, nilai Davies Bouldin Index (DBI) kemudian dihitung dengan Persamaan 2.7. Hasil perhitungan DBI ini penting untuk mengevaluasi kualitas clustering semakin kecil nilai DBI (nilainya selalu non-negatif), maka makin baik kualitas cluster tersebut.

3.7.2. Perancangan Uji Validitas Sihouette Coefficient

Berbagai langkah untuk melakukan penghitungan Silhouette Coefficient yakni sebagai berikut:

1. Hitung rata-rata jarak antara sebuah objek, misalkan i , dengan seluruh objek lain dalam satu cluster yang sama mempergunakan rumus persamaan 2.8.

2. Hitung rata-rata jarak data tersebut dengan seluruh data di cluster lain mempergunakan persamaan 2.9.
3. Pilih nilai jarak terkecil mempergunakan persamaan 2.10.
4. Hitung nilai Silhouette Coefficient mempergunakan persamaan 2.11.

