

Implementasi Algoritma *K-Means Clustering* untuk Optimalisasi Penempatan Kamar Hotel pada PT Raihatul Musthofa

Maulana Bagus Sudrajat ^{1*}, Devi Damayanti ².

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten, Indonesia.

ABSTRACT

PT. Raihatul Musthofa manages hotel room assignments for umrah pilgrims, but the process is still performed manually. Staff must match pilgrims individually, which may result in mismatches among room occupants. This study implements K-Means Clustering to group umrah pilgrims based on age and region of origin and uses the resulting clusters as an initial recommendation for hotel room assignments. Data were collected through interviews and a literature review. Region of origin was transformed using label encoding, while age and encoded region were normalized using Min-Max Normalization. Clustering was performed using Euclidean Distance with $K = 3$ and iterated until the cluster assignments stabilized. The resulting clusters were subsequently processed using operational rules concerning gender, mahram status, and room capacity. A web-based system was developed using PHP and MySQL, providing modules for pilgrim and room management, clustering, room assignment generation, and reporting. The system was evaluated using black-box and white-box testing. Black-box testing showed that the tested functions operated as expected, while white-box testing identified 30 independent paths across the main functions summarized in the article and 56 independent paths across the entire system. The implementation provides structured, clustering-based recommendations to support hotel room assignment decisions.

ABSTRAK

PT. Raihatul Musthofa melakukan penempatan kamar hotel bagi jamaah umrah, tetapi proses tersebut masih dilakukan secara manual. Kondisi ini mengharuskan staf mencocokkan data jamaah satu per satu dan berpotensi menimbulkan ketidakcocokan antarjamaah dalam satu kamar. Penelitian ini mengimplementasikan algoritma *K-Means Clustering* untuk mengelompokkan jamaah berdasarkan usia dan daerah asal sebagai dasar rekomendasi awal penempatan kamar hotel. Data dikumpulkan melalui wawancara dan studi literatur. Daerah asal ditransformasikan menjadi nilai numerik menggunakan *label encoding*, sedangkan usia dan daerah asal hasil pengkodean dinormalisasi menggunakan *Min-Max Normalization*. Selanjutnya, proses *clustering* dilakukan menggunakan *Euclidean Distance* dengan $K = 3$ dan diiterasi hingga keanggotaan cluster stabil. Hasil pengelompokan kemudian disesuaikan dengan aturan operasional yang mencakup jenis kelamin, status mahram, dan kapasitas kamar. Sistem berbasis web dikembangkan menggunakan PHP dan MySQL dengan fitur pengelolaan data jamaah dan kamar, proses *clustering*, pembuatan rekomendasi penempatan kamar, dan pelaporan. Sistem dievaluasi menggunakan *black-box testing* dan *white-box testing*. Hasil implementasi berupa rekomendasi penempatan kamar berbasis *clustering* yang mempertimbangkan karakteristik jamaah dan aturan operasional perusahaan.

ARTICLE HISTORY

Received: 20 September 2026.
Revised: 22 September 2026.
Accepted: 28 September 2026.
Available Online: 30 October 2026.
Published: 1 December 2026.

KEYWORDS

K-Means Clustering;
Hotel Room Placement;
Pilgrims;
Data Mining;
Recommendation System.

KATA KUNCI

K-Means Clustering;
Penempatan kamar;
Jamaah;
Data mining;
Sistem rekomendasi.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi mendorong pemanfaatan sistem berbasis data untuk mendukung efektivitas pelayanan, termasuk dalam penyelenggaraan perjalanan ibadah umrah. Salah satu aspek operasional yang perlu diperhatikan adalah penempatan kamar hotel karena setiap kamar dihuni oleh beberapa jamaah dengan karakteristik yang berbeda, terutama usia dan daerah asal. PT. Raihatul Musthofa masih melakukan penempatan kamar secara manual sehingga staf harus mencocokkan data jamaah satu per satu. Berdasarkan wawancara dengan staf operasional pada 12 Januari 2026, proses tersebut membutuhkan waktu relatif lama. Selain itu, terdapat jamaah yang mengajukan perpindahan kamar karena merasa kurang nyaman dengan penghuni lain yang memiliki perbedaan usia maupun daerah asal. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pendekatan pengolahan data yang dapat membantu proses pengelompokan jamaah sebagai dasar rekomendasi penempatan kamar. Algoritma *K-Means Clustering* telah digunakan dalam berbagai penelitian untuk mengelompokkan data berdasarkan karakteristik tertentu. Azzam *et al.* (2024) menerapkan K-Means untuk menganalisis persebaran UMKM di Jawa Barat, sedangkan Dewi *et al.* (2022) menggunakannya untuk mengelompokkan siswa berdasarkan tingkat keaktifan dalam proses pembelajaran. Polgan *et al.* (2023) menerapkan algoritma tersebut dalam pengelompokan mahasiswa, sementara Fauziah dan Purnamasari (2023) menggunakannya untuk mengelompokkan kasus kekerasan terhadap anak dan perempuan berdasarkan usia. Penerapan lainnya dilakukan oleh Hendrastuty (2024) dalam evaluasi hasil pembelajaran siswa dan Frappe dan Shake (2022) untuk mengelompokkan menu berdasarkan tingkat penjualan. Penelitian-penelitian tersebut memperlihatkan penerapan K-Means pada beragam objek dan kebutuhan pengelompokan. Namun, berdasarkan studi yang dirujuk dalam artikel ini, fokus penelitian yang dilakukan adalah penggunaan hasil clustering berdasarkan usia dan daerah asal jamaah sebagai rekomendasi awal penempatan kamar hotel yang kemudian disesuaikan dengan aturan operasional perusahaan. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan algoritma *K-Means Clustering* untuk mendukung proses rekomendasi penempatan kamar hotel di PT. Raihatul Musthofa. Atribut usia dan daerah asal digunakan dalam proses clustering, dengan daerah asal ditransformasikan menggunakan *label encoding* dan kedua atribut dinormalisasi menggunakan *Min-Max Normalization*. Pengelompokan dilakukan menggunakan *Euclidean Distance* dengan jumlah cluster sebanyak tiga. Hasil clustering selanjutnya diproses menggunakan aturan operasional yang mencakup jenis kelamin, status mahram, dan kapasitas kamar. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini berfokus pada integrasi hasil pengelompokan jamaah dan aturan operasional dalam sistem berbasis web untuk menghasilkan rekomendasi awal penempatan kamar hotel.

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan implementatif untuk menerapkan algoritma *K-Means Clustering* pada proses rekomendasi penempatan kamar hotel jamaah di PT. Raihatul Musthofa. Penelitian berfokus pada pengolahan data jamaah menjadi kelompok berdasarkan karakteristik tertentu, kemudian menggunakan hasil pengelompokan tersebut sebagai dasar rekomendasi penempatan kamar. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, analisis dan prapemrosesan data, transformasi data, normalisasi, penerapan algoritma *K-Means Clustering*, penerapan aturan operasional, implementasi sistem, dan pengujian.

2.1 Pengumpulan Data dan Data Penelitian

Data penelitian diperoleh dari PT. Raihatul Musthofa melalui wawancara dengan staf operasional dan studi literatur. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai proses penempatan kamar jamaah yang sedang berjalan, sedangkan studi literatur digunakan untuk memperoleh landasan teori mengenai *data mining*, *clustering*, dan algoritma *K-Means Clustering*. Wawancara dengan staf operasional dilaksanakan pada 12 Januari 2026. Data jamaah yang digunakan dalam penelitian mencakup usia, daerah asal, jenis kelamin, dan status mahram. Namun, sesuai dengan ruang lingkup penelitian, hanya usia dan daerah asal yang digunakan sebagai atribut dalam proses *clustering*. Jenis kelamin dan status mahram

diterapkan sebagai aturan operasional (*business rules*) setelah proses pengelompokan selesai.

Tabel 1. Parameter Penelitian

No.	Parameter	Tipe Data	Keterangan
1	Usia	Numerik	Atribut X1 yang digunakan dalam proses <i>clustering</i> .
2	Daerah asal	Kategorikal	Atribut X2 yang dikodekan menjadi nilai numerik sebelum proses normalisasi dan <i>clustering</i> .

Pada contoh perhitungan manual, lima data jamaah digunakan untuk memperlihatkan tahapan algoritma *K-Means* secara terperinci. Data tersebut terdiri atas Sutini, Supratman, Embad, Rohmat Saputra, dan Ulung Supriah, dengan atribut usia dan daerah asal. Kelima data tersebut merupakan sampel untuk ilustrasi perhitungan manual, bukan representasi jumlah keseluruhan data yang diproses sistem. Implementasi sistem menggunakan data jamaah yang tersimpan dalam basis data.

2.2 Tahapan Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan sebelum penerapan algoritma *K-Means*. Tahap pertama adalah menetapkan atribut yang digunakan, yaitu usia dan daerah asal. Atribut usia memiliki tipe numerik, sedangkan daerah asal memiliki tipe kategorikal. Oleh karena itu, data daerah asal ditransformasikan menjadi nilai numerik menggunakan *label encoding*. Dalam penelitian ini, Lampung diberi kode 1, Pandeglang diberi kode 2, dan Tangerang Selatan diberi kode 3. Pengkodean tersebut digunakan untuk merepresentasikan kategori daerah asal dalam bentuk numerik. Namun, karena kode tersebut selanjutnya digunakan dalam perhitungan jarak Euclidean, perbedaan nilai kode dapat memengaruhi jarak antardata. Nilai kode tidak dengan sendirinya merepresentasikan jarak geografis yang sebenarnya. Oleh sebab itu, hasil pengelompokan perlu diinterpretasikan sebagai pengelompokan berdasarkan atribut yang digunakan dalam model, bukan sebagai ukuran kedekatan geografis secara langsung. Tahap berikutnya adalah normalisasi menggunakan metode *Min-Max Normalization*. Normalisasi dilakukan untuk menyetarakan rentang nilai antaratribut sehingga perbedaan skala usia dan daerah asal tidak secara langsung mendominasi perhitungan jarak. Nilai setiap atribut ditransformasikan ke dalam rentang 0 sampai 1 menggunakan Persamaan (1).

$$x' = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

Pada Persamaan (1), (x') merupakan nilai hasil normalisasi, (x) merupakan nilai asli, $x_{\min}$ merupakan nilai minimum atribut, dan $x_{\max}$ merupakan nilai maksimum atribut. Apabila nilai minimum dan maksimum suatu atribut sama, penyebut pada persamaan tersebut menjadi nol sehingga diperlukan penanganan khusus sebelum normalisasi dilakukan.

2.3 K-Means Clustering

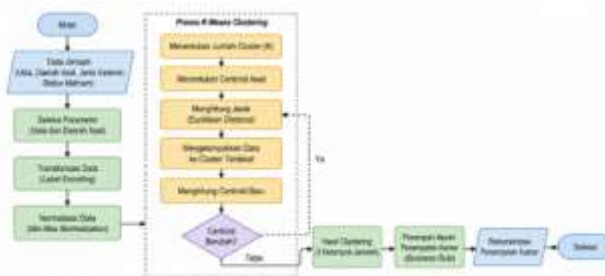
Algoritma *K-Means Clustering* digunakan untuk mengelompokkan jamaah berdasarkan karakteristik usia dan daerah asal. Tahapan algoritma meliputi penentuan jumlah cluster, inisialisasi centroid, perhitungan jarak setiap data terhadap centroid, penentuan keanggotaan cluster, pembaruan centroid, dan pengulangan proses hingga kondisi penghentian terpenuhi. Penelitian ini menggunakan $K = 3$, yaitu membentuk tiga cluster jamaah. Jumlah tersebut ditetapkan sesuai dengan rancangan penelitian untuk menghasilkan tiga kelompok sebagai dasar rekomendasi penempatan kamar. Pada contoh perhitungan manual, centroid awal dipilih dari data yang telah dinormalisasi, yaitu Sutini sebagai C1, Embad sebagai C2, dan Rohmat Saputra sebagai C3. Pemilihan tersebut digunakan untuk memperlihatkan tahapan perhitungan secara terperinci. Sementara itu, implementasi sistem menggunakan inisialisasi centroid secara acak. Dengan demikian, pemilihan centroid pada perhitungan manual tidak harus sama dengan centroid awal yang digunakan sistem. Jarak antara setiap data dan centroid dihitung menggunakan *Euclidean Distance* sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan 2.

$$d(x, c) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - c_i)^2} \quad (2)$$

Pada Persamaan 2, $d(x, c)$ merupakan jarak antara data x_i dan centroid cluster ke- j , x_i merupakan nilai atribut ke- i pada data, c_j merupakan nilai atribut ke- i pada centroid cluster ke- j , dan n merupakan jumlah atribut yang digunakan. Dalam penelitian ini, $n=2$, yaitu usia dan daerah asal yang telah melalui tahap transformasi dan normalisasi. Setiap data ditempatkan pada cluster dengan jarak terkecil terhadap centroid. Setelah seluruh data memperoleh keanggotaan cluster, centroid baru dihitung berdasarkan nilai rata-rata setiap atribut dari anggota cluster terkait. Proses perhitungan jarak, penentuan keanggotaan, dan pembaruan centroid dilakukan secara berulang hingga kondisi penghentian yang diterapkan oleh algoritma terpenuhi.

2.4 Aturan Penempatan Kamar

Hasil *K-Means Clustering* digunakan sebagai rekomendasi awal dan bukan sebagai satu-satunya dasar penempatan kamar. Setelah proses *clustering* selesai, sistem menerapkan aturan operasional (*business rules*) untuk menyesuaikan hasil pengelompokan dengan ketentuan penempatan kamar di PT. Raihatul Musthofa. Aturan tersebut mencakup penempatan jamaah laki-laki di kamar laki-laki dan jamaah perempuan di kamar perempuan. Jamaah yang memiliki hubungan mahram diprioritaskan untuk berada dalam kamar yang sama apabila memiliki jenis kelamin yang sama dan kapasitas kamar mencukupi. Sementara itu, pasangan suami istri diprioritaskan untuk berada di hotel yang sama, tetapi ditempatkan di kamar yang berbeda sesuai dengan jenis kelamin. Rekomendasi akhir disesuaikan dengan kapasitas kamar dan aturan operasional yang berlaku. Tahapan pengolahan data dan proses *K-Means Clustering* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Pengolahan Data dan Proses K-Means Clustering

2.5 Implementasi Sistem dan Pengujian

Hasil penerapan algoritma *K-Means Clustering* diimplementasikan dalam sistem berbasis web. PHP digunakan untuk mengelola data jamaah, menjalankan logika sistem, dan mengimplementasikan perhitungan *K-Means*. MySQL digunakan sebagai basis data untuk menyimpan data jamaah, data kamar, hasil *clustering*, dan data pendukung sistem (Sinlae *et al.*, 2024). Sistem menyediakan fitur pengelolaan data jamaah dan kamar, proses *K-Means Clustering*, penyajian hasil pengelompokan, pembuatan rekomendasi penempatan kamar, penayangan hasil penempatan, dan pencetakan laporan. Pengujian sistem dilakukan menggunakan *black-box testing* dan *white-box testing*. *Black-box testing* digunakan untuk memeriksa kesesuaian keluaran fungsi sistem terhadap masukan dan hasil yang diharapkan berdasarkan skenario pengujian. Sementara itu, *white-box testing* digunakan untuk memeriksa alur logika internal melalui jalur independen pada fungsi yang diuji.

3. Hasil

3.1 Hasil Perhitungan K-Means Clustering

Implementasi algoritma *K-Means Clustering* menggunakan dua atribut, yaitu usia dan daerah asal jamaah. Contoh perhitungan manual menggunakan lima data jamaah, yaitu Sutini, Supratman, Embad, Rohmat Saputra, dan Ulung Supriah. Sebelum proses pengelompokan, atribut daerah asal

ditransformasikan menggunakan *label encoding*, kemudian atribut yang digunakan dinormalisasi dengan metode *Min-Max Normalization*. Jumlah cluster pada contoh perhitungan ditetapkan sebesar $K = 3$. Centroid awal dipilih dari data Sutini sebagai C1, Embad sebagai C2, dan Rohmat Saputra sebagai C3. Pemilihan centroid tersebut digunakan untuk menyajikan perhitungan manual, sedangkan implementasi sistem menggunakan inialisasi centroid secara acak. Jarak setiap data terhadap ketiga centroid awal dihitung menggunakan *Euclidean Distance*. Setiap data kemudian ditempatkan pada cluster dengan jarak terkecil. Hasil perhitungan jarak dan penentuan cluster pada contoh perhitungan manual disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Jarak dan Penentuan Cluster

No.	Nama Jamaah	Jarak ke C1	Jarak ke C2	Jarak ke C3	Cluster
1	Sutini	0,0000	0,8129	1,1610	C1
2	Supratman	1,1180	0,3590	0,6468	C2
3	Embad	0,8129	0,0000	0,5026	C2
4	Rohmat Saputra	1,1610	0,5026	0,0000	C3
5	Ulung Supriah	1,2935	0,5312	0,2308	C3

Berdasarkan jarak terkecil pada Tabel 2, Sutini ditempatkan pada C1, Supratman dan Embad pada C2, serta Rohmat Saputra dan Ulung Supriah pada C3. Setelah keanggotaan cluster ditentukan, centroid diperbarui berdasarkan rata-rata nilai atribut anggota setiap cluster. Hasil pembaruan centroid menunjukkan bahwa C1 tetap bernilai (1,0000; 0,0000), C2 bernilai (0,1795; 0,5000), dan C3 bernilai (0,2949; 1,0000). Pada iterasi berikutnya, keanggotaan data dilaporkan tetap sehingga contoh perhitungan mencapai kondisi stabil. Hasil pengelompokan lima data sampel tersebut dirangkum pada Tabel 3.

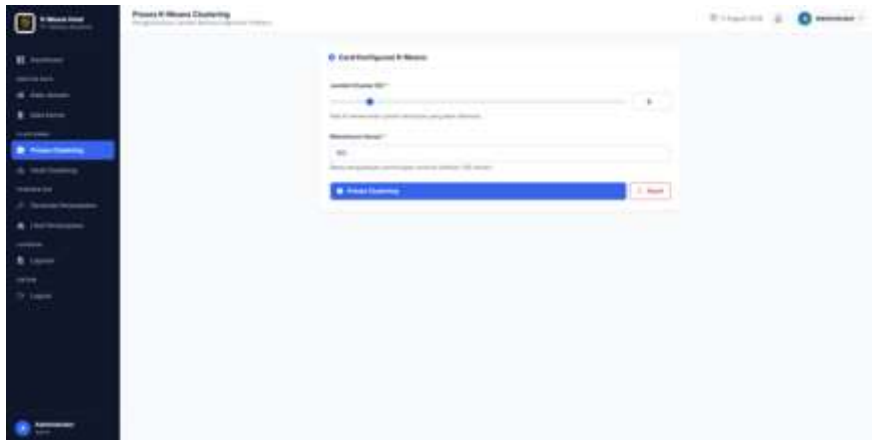
Tabel 3. Hasil Pengelompokan Data Sampel

Cluster	Anggota Sampel	Jumlah
C1	Sutini	1
C2	Supratman, Embad	2
C3	Rohmat Saputra, Ulung Supriah	2
Total	Lima data sampel	5

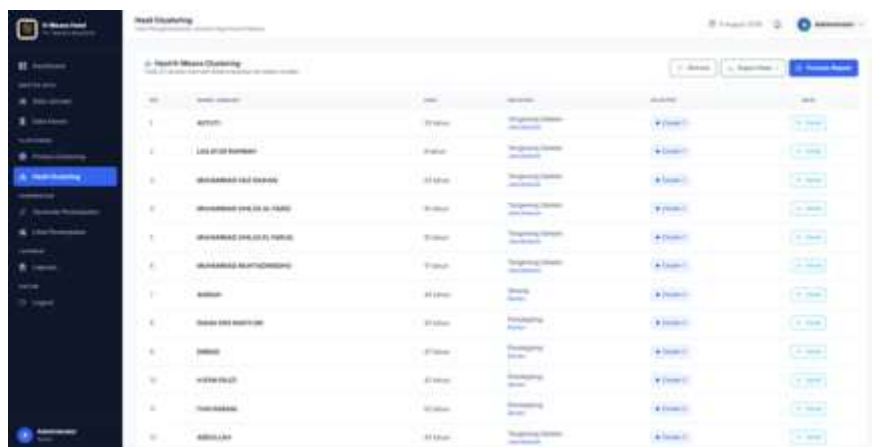
Tabel 3 menunjukkan bahwa dari lima data yang digunakan dalam contoh perhitungan manual, satu jamaah masuk ke C1, dua jamaah masuk ke C2, dan dua jamaah masuk ke C3. Hasil tersebut menggambarkan distribusi anggota pada data sampel dan tidak menunjukkan jumlah keseluruhan jamaah yang diproses oleh sistem.

3.2 Fungsionalitas Aplikasi

Sistem dikembangkan sebagai aplikasi berbasis web menggunakan PHP dan MySQL. Fungsionalitas aplikasi meliputi pengelolaan data jamaah, pengelolaan data kamar, proses *K-Means Clustering*, penampilan hasil *clustering*, pembuatan rekomendasi penempatan kamar, penampilan hasil penempatan, dan pembuatan laporan. Fitur-fitur tersebut dirancang untuk mendukung rangkaian proses pengolahan data jamaah hingga penyajian rekomendasi penempatan kamar dalam satu sistem terintegrasi. Pada halaman proses *K-Means Clustering*, pengguna dapat memasukkan nilai K dan jumlah maksimum iterasi. Setelah proses dijalankan, sistem menampilkan hasil pengelompokan dalam bentuk tabel. Hasil tersebut selanjutnya dapat digunakan sebagai salah satu dasar dalam proses rekomendasi penempatan kamar. Penyajian hasil dalam bentuk tabel membantu pengguna melihat keanggotaan setiap jamaah pada cluster yang terbentuk. Tampilan halaman proses *K-Means Clustering* ditunjukkan pada Gambar 2, sedangkan tampilan hasil pengelompokan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Halaman Proses K-Means Clustering



Gambar 3. Halaman Hasil K-Means Clustering

Setelah hasil *clustering* diperoleh, pengguna dapat menjalankan fitur *Generate Penempatan Kamar*. Proses ini menggunakan hasil pengelompokan sebagai salah satu dasar rekomendasi dengan tetap mempertimbangkan kapasitas kamar, jenis kelamin, dan aturan penempatan yang telah ditentukan. Hasil proses tersebut dapat dilihat melalui halaman hasil penempatan kamar dan selanjutnya digunakan untuk pembuatan laporan. Tampilan proses *generate* penempatan kamar ditunjukkan pada Gambar 4, sedangkan tampilan hasil penempatan kamar ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Halaman Generate Penempatan Kamar

No	Nomor Kamar	Jenis	Kapasitas	Status
1	101	Kamar di-mengisi	4 orang	OK
2	102	Kamar di-mengisi	4 orang	OK
3	103	Kamar di-mengisi	4 orang	OK
4	104	Kamar di-mengisi	4 orang	OK
5	105	Kamar di-mengisi	4 orang	OK
6	106	Kamar di-mengisi	4 orang	OK
7	107	Kamar di-mengisi	4 orang	OK
8	108	Kamar di-mengisi	4 orang	OK
9	109	Kamar di-mengisi	4 orang	OK
10	110	Kamar di-mengisi	4 orang	OK

Gambar 5. Halaman Hasil Penempatan Kamar

3.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan *black-box testing* dan *white-box testing*. *Black-box testing* digunakan untuk memeriksa kesesuaian keluaran fungsi sistem dengan hasil yang diharapkan berdasarkan skenario pengujian. Sementara itu, *white-box testing* digunakan untuk memeriksa jalur logika internal pada fungsi yang diuji. Hasil pengujian *black-box* pada fungsi login, dashboard, pengelolaan data jamaah, pengelolaan data kamar, proses clustering, penampilan hasil clustering, generate penempatan kamar, penampilan hasil penempatan, pembuatan laporan, dan logout menunjukkan bahwa skenario yang diuji berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Ringkasan hasil pengujian sistem disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Ringkasan Hasil Pengujian Sistem

Jenis Pengujian	Aspek yang Diperiksa	Hasil
<i>Black-box testing</i>	Fungsi aplikasi berdasarkan skenario pengujian	Skenario yang diuji berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan.
<i>White-box testing</i>	Jalur logika internal pada fungsi yang diuji	Jalur independen pada fungsi yang diuji diperiksa berdasarkan alur logika yang dirancang.

Pada *white-box testing*, pengujian terhadap fungsi utama yang diringkas dalam artikel menghasilkan enam jalur independen pada proses *K-Means Clustering*, tujuh jalur pada fungsi hasil clustering, empat jalur pada fungsi generate penempatan kamar, tujuh jalur pada fungsi melihat hasil penempatan kamar, dan enam jalur pada fungsi pencetakan laporan (*report printing*). Dengan demikian, jumlah jalur independen pada lima fungsi utama yang diringkas dalam artikel adalah 30 jalur. Sementara itu, berdasarkan dokumentasi skripsi, keseluruhan pengujian *white-box testing* pada sistem mencakup 56 jalur independen. Angka 30 merujuk pada lima fungsi utama yang dirangkum dalam artikel, sedangkan angka 56 merujuk pada cakupan pengujian yang lebih luas sebagaimana didokumentasikan dalam skripsi

4. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *K-Means Clustering* dapat digunakan untuk mengelompokkan jamaah berdasarkan atribut usia dan daerah asal sebagai dasar rekomendasi penempatan kamar hotel. Pada contoh perhitungan manual, lima data jamaah terbagi menjadi tiga cluster, yaitu C1 yang beranggotakan Sutini, C2 yang beranggotakan Supratman dan Embad, serta C3 yang beranggotakan Rohmat Saputra dan Ulung Supriah. Pengelompokan tersebut ditentukan berdasarkan jarak terkecil terhadap centroid. Keanggotaan cluster dilaporkan tetap pada iterasi berikutnya sehingga contoh perhitungan mencapai kondisi stabil. Hasil ini memperlihatkan penerapan mekanisme pengelompokan berdasarkan kemiripan nilai atribut pada data sampel yang digunakan. Penggunaan usia dan daerah asal sebagai atribut clustering disesuaikan dengan karakteristik yang diperhatikan dalam proses penempatan

kamar pada PT. Raihatul Musthofa. Sebelum proses pengelompokan, daerah asal ditransformasikan menggunakan *label encoding*, sedangkan atribut yang digunakan dinormalisasi dengan metode *Min-Max Normalization*. Tahapan tersebut memungkinkan kedua atribut direpresentasikan secara numerik untuk perhitungan jarak Euclidean. Namun, pengkodean daerah asal menghasilkan nilai numerik yang tidak secara langsung merepresentasikan jarak geografis. Oleh karena itu, hasil pengelompokan perlu dipahami sebagai kedekatan berdasarkan representasi atribut yang digunakan dalam model, bukan sebagai ukuran kedekatan geografis yang sebenarnya. Temuan ini berkaitan dengan penelitian terdahulu yang menerapkan *K-Means* pada berbagai kebutuhan pengelompokan. Dewi *et al.* (2022) menggunakan *K-Means* untuk mengelompokkan siswa berdasarkan tingkat keaktifan dalam proses pembelajaran. Frappe dan Shake (2022) menerapkan algoritma tersebut untuk mengelompokkan menu berdasarkan tingkat penjualan. Sementara itu, Azzam *et al.* (2024) menggunakannya untuk menganalisis persebaran UMKM di Jawa Barat, sedangkan Hendrastuty (2024) menerapkannya dalam evaluasi hasil pembelajaran siswa. Penelitian ini memiliki perbedaan konteks penerapan, yaitu penggunaan hasil pengelompokan berdasarkan usia dan daerah asal jamaah sebagai salah satu dasar rekomendasi penempatan kamar hotel. Dengan demikian, penelitian ini memperlihatkan penerapan *K-Means* pada konteks pengelolaan akomodasi jamaah umrah. Hasil *clustering* tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya dasar untuk menentukan penempatan kamar. Kedekatan usia dan daerah asal belum mencakup seluruh ketentuan operasional yang diperlukan. Oleh karena itu, hasil pengelompokan digunakan sebagai rekomendasi awal yang selanjutnya disesuaikan melalui aturan operasional (*business rules*) yang mencakup jenis kelamin, status mahram, dan kapasitas kamar. Pendekatan ini memisahkan fungsi algoritma dalam mengelompokkan data dari fungsi aturan operasional dalam menyesuaikan rekomendasi dengan ketentuan penempatan kamar. Dengan demikian, hasil *clustering* menjadi salah satu masukan dalam proses rekomendasi, bukan penentu tunggal penempatan jamaah. Dari sisi implementasi, sistem berbasis web menghubungkan proses *clustering* dengan fitur *generate* penempatan kamar. Hasil pengelompokan dapat digunakan sebagai masukan untuk proses rekomendasi dengan mempertimbangkan kapasitas kamar, jenis kelamin, dan aturan penempatan yang telah ditentukan. Keluaran sistem selanjutnya dapat ditampilkan pada halaman hasil penempatan dan digunakan dalam pembuatan laporan. Integrasi tersebut menunjukkan bagaimana hasil pengolahan data dapat diteruskan ke dalam alur kerja aplikasi untuk mendukung proses operasional. Namun, besarnya peningkatan efisiensi atau pengurangan waktu kerja belum dapat disimpulkan tanpa pengukuran yang membandingkan proses manual dengan proses berbantuan sistem.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, proses *clustering* menggunakan dua atribut, yaitu usia dan daerah asal, sehingga karakteristik jamaah yang direpresentasikan dalam pengelompokan masih terbatas. Kedua, jumlah cluster ditetapkan sebesar ($K=3$) sesuai rancangan penelitian. Belum adanya perbandingan kuantitatif dengan beberapa nilai (K) lainnya membatasi kesimpulan mengenai kesesuaian jumlah cluster tersebut dibandingkan alternatif lain. Ketiga, *K-Means* bergantung pada inisialisasi centroid. Pada contoh perhitungan manual, centroid awal dipilih dari data jamaah tertentu, sedangkan implementasi sistem menggunakan inisialisasi centroid secara acak. Perbedaan ini perlu diperhatikan ketika membandingkan hasil perhitungan manual dengan keluaran sistem atau ketika menerapkan algoritma pada data yang lebih besar. Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan atribut tambahan yang relevan dengan kebutuhan penempatan kamar, sepanjang atribut tersebut tersedia dan penggunaannya sesuai dengan tujuan penelitian. Evaluasi beberapa konfigurasi jumlah cluster menggunakan ukuran evaluasi yang sesuai juga dapat dilakukan untuk menilai karakteristik hasil pengelompokan. Selain itu, implementasi dapat dikembangkan dengan fitur pengaturan bobot atribut atau penyimpanan beberapa alternatif simulasi penempatan agar pengguna dapat meninjau hasil yang tersedia sebelum menetapkan pembagian kamar. Pengembangan tersebut perlu dievaluasi menggunakan data dan skenario pengujian yang terdefinisi. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan penerapan *K-Means Clustering* sebagai komponen pengelompokan dalam sistem rekomendasi penempatan kamar hotel pada PT. Raihatul Musthofa. Penggabungan hasil *clustering* dengan *business rules* memungkinkan atribut usia dan daerah asal digunakan untuk membentuk kelompok, sementara aturan operasional digunakan untuk menyesuaikan rekomendasi dengan ketentuan penempatan kamar. Temuan ini memberikan contoh penerapan pengelompokan berbasis data pada konteks pengelolaan akomodasi jamaah umrah, dengan tetap mempertimbangkan keterbatasan atribut, penentuan jumlah cluster, dan inisialisasi centroid.

5. Kesimpulan

Penelitian ini mengimplementasikan algoritma *K-Means Clustering* untuk mendukung rekomendasi penempatan kamar hotel jamaah pada PT. Raihatul Musthofa berdasarkan atribut usia dan daerah asal. Tahapan pengolahan data meliputi transformasi daerah asal menggunakan *label encoding*, normalisasi *Min-Max*, perhitungan jarak menggunakan *Euclidean Distance*, penentuan keanggotaan cluster, pembaruan centroid, dan iterasi hingga kondisi pengelompokan stabil. Pada contoh perhitungan manual terhadap lima data jamaah dengan ($K=3$), diperoleh tiga cluster, yaitu C1 yang beranggotakan Sutini, C2 yang beranggotakan Supratman dan Embad, serta C3 yang beranggotakan Rohmat Saputra dan Ulung Supriah. Hasil tersebut memperlihatkan penerapan *K-Means* untuk mengelompokkan data jamaah berdasarkan kedekatan nilai atribut yang digunakan dalam penelitian. Hasil *clustering* selanjutnya digunakan sebagai dasar rekomendasi awal penempatan kamar yang disesuaikan dengan aturan operasional, meliputi jenis kelamin, status mahram, dan kapasitas kamar. Dengan demikian, algoritma *K-Means* berperan dalam proses pengelompokan, sedangkan aturan operasional digunakan untuk menyesuaikan rekomendasi dengan ketentuan penempatan kamar yang berlaku. Sistem berbasis web yang dikembangkan menyediakan fitur pengelolaan data jamaah dan kamar, pemrosesan *K-Means*, penyajian hasil *clustering*, pembuatan rekomendasi penempatan kamar, penayangan hasil penempatan, dan pembuatan laporan. Pengujian *black-box* menunjukkan bahwa skenario fungsi yang diuji berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Sementara itu, pengujian *white-box* mencakup 56 jalur independen pada keseluruhan sistem, dengan 30 jalur independen pada fungsi utama yang diringkas dalam artikel. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada penggunaan dua atribut utama, yaitu usia dan daerah asal, serta penetapan ($K=3$) tanpa perbandingan kuantitatif dengan konfigurasi jumlah cluster lainnya. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan atribut tambahan yang relevan, membandingkan beberapa nilai (K) menggunakan ukuran evaluasi *clustering* yang sesuai, serta mengembangkan fitur simulasi dan alternatif rekomendasi penempatan kamar untuk mendukung proses pengambilan keputusan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT. Raihatul Musthofa atas izin dan kesempatan yang diberikan untuk melaksanakan penelitian serta atas informasi yang mendukung proses penelitian. Apresiasi juga disampaikan kepada Universitas Pamulang, khususnya Program Studi Teknik Informatika, serta dosen pembimbing atas arahan, bimbingan, dan masukan yang diberikan selama proses penelitian hingga penyelesaian artikel ini. Penulis turut mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam pengumpulan data, pengembangan sistem, pelaksanaan pengujian, dan penyusunan artikel ini. Dukungan dan kerja sama dari berbagai pihak tersebut telah membantu kelancaran pelaksanaan penelitian hingga penyelesaian naskah ilmiah ini. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan sistem informasi dan mendukung proses rekomendasi penempatan kamar jamaah di PT. Raihatul Musthofa.

Referensi

- Azzam, A., Purnamasari, A. I., & Ali, I. (2024). Implementasi algoritma K-Means Clustering untuk analisis persebaran UMKM di Jawa Barat. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(3), 3062–3070. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i3.8450>
- Damayanti, D. (2021). Perbandingan akurasi software RapidMiner dan WEKA menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN). *Jurnal Syntax Admiration*, 2(6), 994–1006. <https://doi.org/10.46799/jsa.v2i6.247>

- Dewi, F. P., Aryni, P. S., & Umaidah, Y. (2022). Implementasi algoritma K-Means Clustering seleksi siswa berprestasi berdasarkan keaktifan dalam proses pembelajaran. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 7(2), 111–121. <https://doi.org/10.14421/jiska.2022.7.2.111-121>
- Fatkhudin, A., Khambali, A., Artanto, F. A., Mundriyah, & Zade, N. A. P. (2023). Implementasi algoritma clustering K-Means dalam pengelompokan mahasiswa: Studi kasus (Prodi Manajemen Informatika). *Jurnal Minfo Polgan*, 12(1), 777–783. <https://doi.org/10.33395/jmp.v12i1.12494>
- Fauziah, R., & Purnamasari, A. I. (2023). Implementasi algoritma K-Means pada kasus kekerasan anak dan perempuan berdasarkan usia. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, 2(1), 34–41. <https://doi.org/10.56211/helloworld.v2i1.232>
- Hendrastuty, N. (2024). Penerapan data mining menggunakan algoritma K-Means Clustering dalam evaluasi hasil pembelajaran siswa. *Jurnal Ilmiah Informatika dan Ilmu Komputer (JIMA-ILKOM)*, 3(1), 46–56. <https://doi.org/10.58602/jima-ilkom.v3i1.26>
- Prasetiani, S. D., & Rochmawati, N. (2022). Penerapan data mining untuk clustering menu favorit menggunakan algoritma K-Means (Studi kasus Kedai Expo). *Journal of Informatics and Computer Science*, 3(3), 278–286. <https://doi.org/10.26740/jinacs.v3n03.p278-286>
- Sinlae, F., Maulana, I., Setiyansyah, F., & Ihsan, M. (2024). Pengenalan pemrograman web: Pembuatan aplikasi web sederhana dengan PHP dan MySQL. *Jurnal Siber Multi Disiplin*, 2(2), 68–82. <https://doi.org/10.38035/jsmd.v2i2.156>