
Web-Based K-Means Clustering Algorithm for Social Assistance Classification Based on Socio-Economic Data in RT 12 Kelurahan Baru Tenggara

Faris Alif Roihan¹⁾, Amelia Yusnita²⁾, dan Salmon³⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Widya Cipta Dharma

^{1,2,3}Jl. M. Yamin No. 25, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

E-mail: 2243090@wicida.ac.id¹⁾, amelia@wicida.ac.id²⁾, salmon@wicida.ac.id³⁾

ABSTRACT

The distribution of social assistance in RT 12, Baru Village, Tenggara, still faces the risk of inaccurate targeting because data collection and eligibility assessment are performed manually and may be influenced by subjective judgment. This study aims to develop a web-based decision support system that applies K-Means clustering to group residents according to similarities in their socioeconomic conditions. The study uses field data collected in 2025 and four eligibility criteria: monthly income, number of family dependents, employment status of the household head, and housing condition. System development follows the Waterfall model through requirements analysis, system design, implementation, and testing. Before clustering, categorical attributes are transformed into numerical values and all variables are normalized using Min-Max Scaling. Euclidean Distance is then used to assign each record to the nearest of three centroids, forming the Eligible, Considered, and Ineligible groups, while the Silhouette Coefficient is used to evaluate cluster separation. The implemented application supports resident account registration, independent submission of socioeconomic data, verification by the neighborhood administrator, execution of the clustering engine, result visualization, audit history, and report export. The classification interface records 76 household data, consisting of 18 Eligible records, 25 Considered records, and 33 Ineligible records. Functional testing through Black Box Testing shows that all tested login, submission, verification, clustering, filtering, and reporting functions operated successfully. The study demonstrates that the web-based system can provide structured and transparent analytical support for social assistance decisions without replacing the authority of local officials.

Keywords: K-Means Clustering, Social Assistance, Decision Support System, Min-Max Scaling, Silhouette Coefficient

Penerapan Algoritma K-Means Clustering Berbasis Web Untuk Klasifikasi Penerima Bantuan Sosial Berdasarkan Data Sosial Ekonomi Warga Rt 12 Kelurahan Baru Tenggara

ABSTRAK

Penyaluran bantuan sosial di RT 12 Kelurahan Baru Tenggara masih menghadapi risiko ketidaktepatan sasaran karena proses pendataan dan penilaian kelayakan dilakukan secara manual serta dapat dipengaruhi pertimbangan subjektif. Penelitian ini bertujuan membangun sistem pendukung keputusan berbasis web yang menerapkan K-Means Clustering untuk mengelompokkan warga berdasarkan kemiripan kondisi sosial ekonominya. Data penelitian merupakan hasil pendataan lapangan tahun 2025 dengan empat kriteria, yaitu penghasilan bulanan, jumlah tanggungan keluarga, status pekerjaan kepala keluarga, dan kondisi tempat tinggal. Pengembangan sistem menggunakan model Waterfall melalui tahap analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, dan pengujian. Sebelum proses pengelompokan, atribut kategorikal ditransformasikan menjadi nilai numerik dan seluruh variabel dinormalisasi menggunakan Min-Max Scaling. Jarak setiap data terhadap tiga centroid dihitung dengan Euclidean Distance sehingga terbentuk kelompok Layak, Dipertimbangkan, dan Tidak Layak, sedangkan kualitas pemisahan kelompok dievaluasi menggunakan Silhouette Coefficient. Aplikasi yang dihasilkan menyediakan pendaftaran akun, pengajuan data sosial ekonomi secara mandiri, verifikasi oleh Admin RT, eksekusi mesin K-Means, visualisasi hasil, riwayat audit, dan ekspor laporan. Halaman hasil klasifikasi mencatat 76 data kepala keluarga, terdiri atas 18 data Layak, 25 data Dipertimbangkan, dan 33 data Tidak Layak. Pengujian fungsional menggunakan Black Box Testing menunjukkan bahwa seluruh fungsi login, pengajuan, verifikasi, pengelompokan, penyaringan, dan pelaporan yang diuji berjalan berhasil. Sistem dapat menjadi alat bantu analitis yang lebih terstruktur dan transparan tanpa menggantikan kewenangan pengurus wilayah dalam menetapkan penerima bantuan.

Kata Kunci: Algoritma K-Means, Bantuan Sosial, Sistem Pendukung Keputusan, Min-Max Scaling, Silhouette Coefficient

1. PENDAHULUAN

Bantuan sosial merupakan instrumen pemerintah untuk mengurangi kemiskinan dan menjaga kesejahteraan masyarakat. Keberhasilan program tersebut sangat bergantung pada ketepatan penetapan penerima. Pada tingkat lingkungan, pendataan yang tidak mutakhir,

kurang transparan, dan masih mengandalkan pertimbangan manual dapat menyebabkan warga yang membutuhkan tidak memperoleh bantuan, sementara warga yang kondisi ekonominya lebih baik justru masuk dalam daftar penerima. Keadaan ini bukan hanya mengurangi efektivitas program, tetapi juga berpotensi

menimbulkan rasa tidak adil dan menurunkan kepercayaan masyarakat terhadap pengelola bantuan.

Permasalahan serupa ditemukan pada proses pendataan warga RT 12 Kelurahan Baru Tenggara. Mekanisme yang berjalan masih membutuhkan penilaian pengurus secara langsung dan belum dilengkapi sarana analisis yang mengelompokkan warga berdasarkan kesamaan kondisi sosial ekonomi. Data pendapatan, jumlah tanggungan, pekerjaan, dan keadaan rumah belum diproses melalui langkah komputasi yang konsisten. Akibatnya, perbandingan antarwarga sulit dilakukan secara seragam dan hasil penentuan prioritas rentan dipengaruhi subjektivitas.

Teknik *clustering* dapat digunakan untuk mengelompokkan objek tanpa label awal berdasarkan kemiripan atributnya. Algoritma K-Means membagi data ke dalam sejumlah kelompok yang telah ditentukan, menempatkan setiap data pada pusat kelompok terdekat, kemudian memperbaiki pusat tersebut secara berulang hingga terbentuk kelompok yang stabil (Sri Utami et al., 2023). Karakteristik ini sesuai untuk mengolah data sosial ekonomi yang memiliki beberapa atribut numerik dan kategorikal yang telah ditransformasikan menjadi angka.

Penelitian terdahulu memperlihatkan bahwa K-Means telah digunakan dalam berbagai kasus bantuan sosial. Filki (2022) mengelompokkan 25 data calon penerima Bantuan Langsung Tunai ke dalam tiga kelompok, tetapi implementasinya masih sederhana dan evaluasi kualitas kelompok belum dibahas secara mendalam. Warisa dan Nurahman (2023) membandingkan performa K-Means pada 845 data penerima Program Keluarga Harapan dan memperoleh hasil terbaik setelah seleksi fitur, namun tidak membangun aplikasi lapangan. Sonia dan Putri (2023) mengelompokkan 170 data kelayakan bantuan renovasi rumah, sedangkan Bahtiar (2023) memetakan 823 data penduduk dengan tiga kategori kelayakan. Kedua penelitian tersebut masih berfokus pada proses analisis menggunakan perangkat bantu dan belum menyediakan pengelolaan data berbasis web secara langsung.

Moruk et al. (2024) menguji beberapa nilai jumlah kelompok pada data penerima Program Keluarga Harapan dan menunjukkan bahwa K-Means dapat diterapkan pada konteks wilayah yang berbeda. Walaupun demikian, penelitian tersebut juga belum menyediakan antarmuka yang dapat digunakan petugas secara mandiri. Kesenjangan tersebut menunjukkan perlunya sistem yang tidak hanya menjalankan perhitungan K-Means, tetapi juga menangani proses pengajuan, verifikasi, penyimpanan, visualisasi, dan pelacakan perubahan data dalam satu aplikasi.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi proses pendataan warga dan analisis K-Means dalam Sistem Pendukung Keputusan berbasis web. Warga dapat mengajukan data sosial ekonomi secara mandiri, Admin RT dapat memverifikasi berkas, dan mesin K-Means mengolah data yang telah disahkan. Hasilnya ditampilkan dalam tabel, grafik distribusi, nilai jarak terhadap *centroid*, dan riwayat evaluasi. Sistem juga menyediakan

audit log untuk mencatat aktivitas perubahan data sehingga proses seleksi dapat ditelusuri kembali.

Penelitian bertujuan menentukan dan mengolah empat variabel sosial ekonomi, menerapkan K-Means dengan tiga kelompok, menganalisis hasil pengelompokan sebagai tingkat kelayakan penerima bantuan, serta membangun aplikasi web yang menyajikan hasil analisis sebagai dasar pendukung keputusan. Sistem tidak dimaksudkan untuk menggantikan keputusan resmi pemerintah atau pengurus wilayah, melainkan menyediakan informasi terstruktur yang dapat membantu proses penetapan penerima secara lebih konsisten dan transparan.

2. RUANG LINGKUP

Ruang lingkup penelitian dibatasi agar pengembangan sistem dan analisis data tetap sesuai dengan kondisi yang diamati. Cakupan penelitian meliputi hal-hal berikut:

1. Objek penelitian adalah data sosial ekonomi warga RT 12 Kelurahan Baru Tenggara yang dikumpulkan melalui pendataan lapangan pada periode 2025. Data tidak merepresentasikan perubahan kondisi ekonomi yang terjadi setelah proses pengumpulan.
2. Variabel yang digunakan terdiri atas penghasilan bulanan, jumlah tanggungan keluarga, status pekerjaan kepala keluarga, dan kondisi tempat tinggal. Status pekerjaan dan kondisi tempat tinggal ditransformasikan menjadi nilai numerik agar dapat dihitung oleh algoritma.
3. Proses K-Means menggunakan tiga kelompok yang diinterpretasikan sebagai Layak, Dipertimbangkan, dan Tidak Layak. Interpretasi tersebut berfungsi sebagai rekomendasi analitis dan tidak menggantikan kebijakan penyaluran bantuan pada tingkat daerah maupun nasional.
4. Aplikasi dibangun berbasis web dengan hak akses Warga dan Admin RT. Fitur utama mencakup autentikasi, pengajuan data, verifikasi, eksekusi K-Means, penyaringan hasil, visualisasi, riwayat audit, dan ekspor laporan.
5. Hasil yang direncanakan adalah kelompok warga berdasarkan kedekatan kondisi sosial ekonominya, informasi jumlah anggota setiap kelompok, nilai evaluasi *Silhouette Coefficient*, serta keluaran sistem yang dapat digunakan pengurus RT sebagai bahan pertimbangan pembagian kuota bantuan.

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Sistem Pendukung Keputusan dan K-Means

Sistem Pendukung Keputusan adalah sistem berbasis komputer yang membantu penyelesaian masalah semi-terstruktur melalui penyediaan data, model analisis, dan alternatif pertimbangan. Sistem ini tidak mengambil alih kewenangan manusia, tetapi meningkatkan keteraturan dan kecepatan proses analisis (Priscila et al., 2022). Dalam penelitian ini, keluaran K-Means diposisikan sebagai rekomendasi bagi Admin RT untuk menilai prioritas penerima bantuan.

K-Means merupakan metode *partitioning clustering* yang merepresentasikan setiap kelompok dengan sebuah *centroid*. Setiap data ditempatkan pada kelompok yang memiliki jarak paling dekat, kemudian nilai rata-rata seluruh anggota digunakan untuk membentuk *centroid* baru. Langkah perhitungan jarak, pengelompokan, dan pembaruan *centroid* diulang hingga posisi pusat kelompok tidak berubah atau proses mencapai batas iterasi. Penelitian ini menetapkan $k = 3$ sesuai kebutuhan kategori kelayakan.

3.2 Data dan Variabel Penelitian

Penelitian dilaksanakan di RT 12 Kelurahan Baru Tenggara. Pengumpulan data dilakukan melalui studi pustaka dan studi lapangan. Studi lapangan mencakup observasi kondisi sosial ekonomi serta wawancara dengan Ketua RT dan pihak yang terkait dengan pendataan bantuan. Data pengajuan warga disimpan dalam basis data dan hanya data berstatus disahkan yang diproses oleh mesin K-Means.

Empat variabel dipilih karena menggambarkan kemampuan ekonomi, beban rumah tangga, stabilitas pekerjaan, dan kualitas hunian. Penghasilan dan jumlah tanggungan berbentuk numerik. Status pekerjaan dan kondisi tempat tinggal berbentuk kategorikal, kemudian diberi nilai angka berdasarkan tingkat kerentanan yang digunakan pada sistem. Hubungan masing-masing variabel terhadap prioritas bantuan dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Sosial Ekonomi
Table 1. Socioeconomic Variables

Kode	Variabel	Peran dalam pengelompokan
C1	Penghasilan bulanan	Semakin rendah penghasilan, semakin tinggi prioritas bantuan.
C2	Jumlah tanggungan	Semakin banyak tanggungan, semakin tinggi prioritas bantuan.
C3	Status pekerjaan	Menunjukkan kestabilan sumber pendapatan kepala keluarga.
C4	Kondisi tempat tinggal	Menunjukkan kualitas fisik rumah, sanitasi, dan akses dasar.

3.3 Prapemrosesan dan Normalisasi Data

Data hasil pengajuan diperiksa untuk mencegah isian kosong, kesalahan format, dan duplikasi yang dapat memengaruhi hasil perhitungan. Atribut kategorikal diubah menjadi angka agar seluruh kriteria dapat diproses. Perbedaan skala menjadi perhatian utama karena nilai penghasilan berada pada satuan jutaan rupiah, sedangkan jumlah tanggungan hanya berada pada satuan orang. Tanpa normalisasi, atribut penghasilan akan mendominasi perhitungan jarak.

Normalisasi dilakukan dengan metode Min-Max Scaling. Metode ini mengubah setiap nilai ke rentang 0 sampai 1 sehingga seluruh variabel memiliki skala yang

sebanding (Kusnaldi et al., 2022). Nilai normalisasi dihitung menggunakan Persamaan (1).

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

Pada Persamaan (1), x merupakan nilai awal, $x_{\min}$ adalah nilai minimum pada atribut, dan $x_{\max}$ adalah nilai maksimum pada atribut. Nilai x' merupakan hasil normalisasi yang digunakan dalam seluruh perhitungan K-Means.

3.4 Metode Pengembangan Sistem

Pengembangan aplikasi menggunakan model *Waterfall* karena tahapannya berurutan dan setiap hasil tahap menjadi dasar bagi tahap berikutnya (Mustakim et al., 2024). Tahap analisis kebutuhan digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan pendataan, peran pengguna, variabel, serta fungsi yang diperlukan. Tahap desain menerjemahkan kebutuhan ke dalam alur proses, *sequence diagram*, *flowchart*, dan relasi basis data. Tahap implementasi menggunakan PHP dan MySQL untuk membangun antarmuka, penyimpanan data, serta mesin K-Means. Tahap pengujian memeriksa kesesuaian setiap fungsi menggunakan *Black Box Testing*.

Arsitektur sistem memisahkan hak akses Warga dan Admin RT. Warga memiliki akses untuk mendaftar, masuk, mengajukan data sosial ekonomi, melihat status pengajuan, dan mengunduh bukti. Admin RT memiliki akses untuk memverifikasi atau menolak pengajuan, menjalankan mesin K-Means, melihat hasil klasifikasi, memantau riwayat audit, serta mengunduh laporan. Struktur basis data menghubungkan tabel pengguna, wilayah RT, data sosial ekonomi, data normalisasi, riwayat eksekusi, hasil klasifikasi, dan riwayat audit.

3.5 Proses Pengelompokan dan Evaluasi

Setelah data dinormalisasi, sistem menetapkan tiga *centroid* awal. Implementasi pada bagian algoritma mengambil data pada urutan awal, tengah, dan akhir sebagai titik awal kelompok. Untuk setiap data warga, sistem menghitung jarak terhadap seluruh *centroid* menggunakan Euclidean Distance. Metode ini menjumlahkan kuadrat selisih setiap atribut dan mengambil akar kuadrat hasil penjumlahan (Sari & Utamajaya, 2022), sebagaimana Persamaan (2).

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

Setiap data ditempatkan pada kelompok dengan nilai jarak terkecil. Setelah seluruh data memperoleh kelompok, posisi *centroid* diperbarui menggunakan nilai rata-rata anggota kelompok, sebagaimana Persamaan (3).

$$c_j = (1 / |C_j|) \sum (x_i \text{ in } C_j) x_i \quad (3)$$

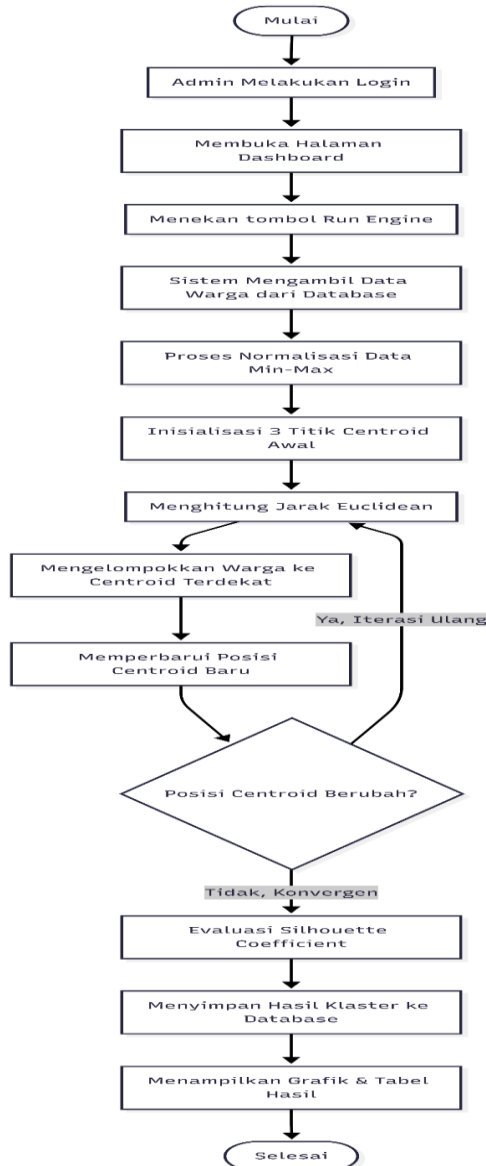
Pada Persamaan (3), C_j adalah kelompok ke- j , $|C_j|$ adalah jumlah anggotanya, dan c_j adalah *centroid* baru. Proses pengelompokan dan pembaruan diulang sampai nilai *centroid* baru sama dengan nilai pada iterasi sebelumnya. Sistem membatasi proses maksimal 100 iterasi dan menghentikannya lebih awal ketika kondisi konvergen tercapai.

Kualitas pemisahan kelompok dievaluasi menggunakan *Silhouette Coefficient*. Nilai $a(i)$ menunjukkan rata-rata jarak data ke- i terhadap anggota

kelompok yang sama, sedangkan $b(i)$ menunjukkan rata-rata jarak minimum terhadap kelompok lain yang terdekat. Nilai *silhouette* dihitung dengan Persamaan (4) (Vania & Nurina Sari, 2023).

$$s(i) = (b(i) - a(i)) / \max(a(i), b(i)) \quad (4)$$

Nilai *silhouette* berada pada rentang -1 sampai 1. Nilai yang semakin mendekati 1 menunjukkan bahwa data berada dekat dengan anggota kelompoknya sendiri dan relatif jauh dari kelompok lain. Alur komputasi yang diterapkan dalam sistem ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Proses K-Means

Figure 1. K-Means Processing Flow

3.6 Pengujian Fungsional

Black Box Testing digunakan untuk menilai fungsi aplikasi berdasarkan hubungan antara masukan dan keluaran tanpa meninjau struktur kode. Pengujian mencakup autentikasi Admin dan Warga, penolakan kredensial yang salah, validasi kolom wajib, penyimpanan dan pembaruan data pengajuan, perubahan status

verifikasi, pelaksanaan K-Means, penyaringan hasil, serta ekspor laporan. Setiap skenario dinyatakan berhasil apabila keluaran yang muncul sesuai dengan hasil yang diharapkan.

4. PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem Berbasis Web

Aplikasi yang dibangun mengintegrasikan pendataan warga, verifikasi pengurus, perhitungan K-Means, dan penyajian informasi dalam satu alur. Halaman masuk mengarahkan pengguna ke *dashboard* sesuai hak akses. Warga memperoleh menu untuk mengajukan data sosial ekonomi dan memantau status berkas. Admin RT memperoleh ringkasan jumlah data, pengajuan yang menunggu verifikasi, data yang telah disahkan, serta tombol untuk menjalankan mesin K-Means.

Formulir pengajuan memuat penghasilan bulanan, jumlah tanggungan, status pekerjaan, dan kondisi tempat tinggal. Kolom penghasilan mengubah angka mentah menjadi format rupiah pada layar, sedangkan pilihan kategorikal dibuat dalam bentuk *dropdown* agar isian seragam. Setelah formulir disimpan, sistem memeriksa kelengkapan data dan memberi status Menunggu Verifikasi RT. Admin dapat menerima atau menolak pengajuan disertai catatan alasan. Hanya data yang disahkan yang masuk ke proses pengelompokan.

Halaman hasil klasifikasi menyediakan pencarian nama, penyaringan berdasarkan kategori, grafik distribusi, ringkasan jumlah anggota kelompok, dan tabel data. Setiap baris tidak hanya menampilkan label kelayakan, tetapi juga nilai jarak terhadap *centroid* terdekat. Informasi jarak tersebut membuat proses pengelompokan dapat dilihat secara lebih terbuka karena pengguna dapat melihat dasar matematis penempatan data pada suatu kelompok.

Fitur riwayat audit mencatat waktu, identitas pengguna, jenis aktivitas, dan detail perubahan data. Catatan ini diperlukan untuk mengetahui pihak yang melakukan verifikasi atau pembaruan, menelusuri perubahan status, dan memeriksa ulang proses apabila terdapat ketidaksesuaian. Sistem juga menyediakan laporan data warga dalam format Excel dan PDF serta bukti pengajuan yang dapat diunduh.

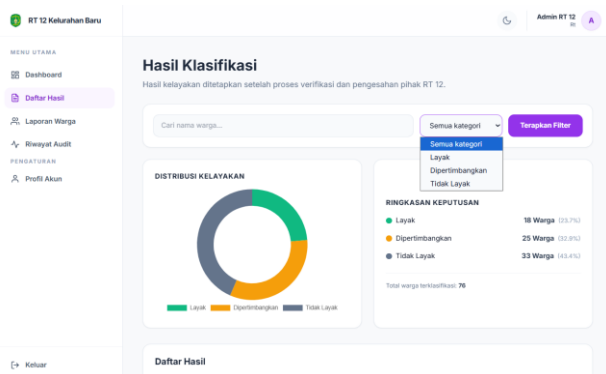
4.2 Hasil Pengelompokan Warga

Halaman hasil klasifikasi pada aplikasi mencatat 76 data kepala keluarga. Data tersebut terbagi ke dalam tiga kelompok, yaitu 18 data Layak, 25 data Dipertimbangkan, dan 33 data Tidak Layak. Distribusi kelompok ditampilkan pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Tabel 2. Distribusi Hasil Pengelompokan

Table 2. Distribution of Clustering Results

Kelompok	Jumlah	Persentase
Layak	18	23,7%
Dipertimbangkan	25	32,9%
Tidak Layak	33	43,4%
Total	76	100,0%



Gambar 2. Distribusi Kelompok Penerima Bantuan

Figure 2. Distribution of Social Assistance Groups

Kelompok Layak merepresentasikan warga dengan dominasi penghasilan rendah, beban tanggungan relatif tinggi, pekerjaan yang kurang stabil, atau kondisi rumah yang kurang layak. Kelompok Dipertimbangkan memuat warga dengan kondisi ekonomi menengah sehingga masih memerlukan pemeriksaan dan pertimbangan pengurus. Kelompok Tidak Layak merepresentasikan warga dengan dominasi penghasilan lebih tinggi, pekerjaan lebih stabil, atau kondisi tempat tinggal yang lebih layak. Penamaan kelompok dilakukan setelah melihat karakteristik pusat dan anggota kelompok, sedangkan proses awal K-Means tetap bekerja berdasarkan kedekatan nilai data.

Proporsi terbesar terdapat pada kategori Tidak Layak sebesar 43,4%, diikuti kategori Dipertimbangkan sebesar 32,9%, dan kategori Layak sebesar 23,7%. Informasi ini memberi gambaran awal kepada pengurus RT mengenai komposisi kondisi sosial ekonomi warga. Namun, jumlah anggota kelompok bukan keputusan final pembagian bantuan karena ketersediaan kuota, pemeriksaan dokumen, dan kebijakan pemerintah tetap berada di luar proses K-Means.

4.3 Proses Komputasi dan Validasi Kelompok

Mesin pengelompokan dijalankan dari *dashboard* Admin RT melalui tombol Run Engine. Sistem mengambil data yang berstatus disahkan, mengubah data kategorikal menjadi nilai numerik, melakukan normalisasi, dan menetapkan tiga *centroid* awal. Jarak setiap data dihitung menggunakan Persamaan (2), kemudian data dimasukkan ke kelompok dengan jarak terkecil. Setelah anggota kelompok terbentuk, sistem menghitung *centroid* baru dan mengulang proses sampai stabil.

Batas maksimal 100 iterasi digunakan untuk mencegah proses berjalan tanpa akhir. Akan tetapi, proses berhenti lebih cepat ketika *centroid* baru sama dengan *centroid* sebelumnya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keanggotaan kelompok tidak berubah lagi. Hasil setiap eksekusi disimpan pada tabel riwayat yang memuat jumlah kelompok, status konvergen, koordinat *centroid*, hasil normalisasi, jarak setiap data, dan nilai *Silhouette Coefficient*.

Uraian skripsi mencantumkan nilai *Silhouette Coefficient* sebesar 0,458 untuk tiga kelompok. Nilai ini

menunjukkan hasil evaluasi internal yang dihitung dari hubungan kohesi dan separasi data. Aplikasi juga menyediakan halaman riwayat yang menampilkan perubahan skor pada beberapa sesi eksekusi. Penyimpanan riwayat tersebut membantu Admin membandingkan konsistensi hasil ketika jumlah atau isi data warga berubah.

Penggunaan normalisasi penting dalam kasus ini karena empat variabel memiliki skala dan bentuk berbeda. Nilai penghasilan yang jauh lebih besar secara numerik tidak lagi mendominasi atribut jumlah tanggungan setelah seluruh data dipetakan ke rentang 0 sampai 1. Transformasi status pekerjaan dan kondisi rumah juga memungkinkan atribut kualitatif masuk ke ruang perhitungan yang sama, sehingga jarak Euclidean mencerminkan kombinasi seluruh kriteria.

4.4 Hasil Pengujian Fungsional

Pengujian dibagi menjadi modul autentikasi, pengajuan warga, dan fungsi Admin RT. Modul autentikasi menguji login Admin, login Warga, kredensial yang salah, dan kolom kosong. Modul pengajuan menguji penyimpanan data lengkap, penolakan data tidak lengkap, perubahan format nominal penghasilan, dan pembaruan pengajuan. Modul Admin menguji penerimaan dan penolakan berkas, eksekusi mesin K-Means, penyaringan kategori, serta ekspor laporan.

Tabel 3. Ringkasan Pengujian Black Box

Table 3. Black Box Testing Summary

Modul	Skenario	Pelaksanaan	Hasil
Autentikasi	4	Sesuai skenario	Berhasil
Pengajuan warga	4	5 kali/skenario	Berhasil
Fitur Admin RT	5	5 kali/skenario	Berhasil

Seluruh keluaran pengujian sesuai dengan hasil yang diharapkan. Sistem dapat memisahkan hak akses Admin dan Warga, menolak masukan tidak valid, menyimpan dan memperbarui data, mengubah status pengajuan, menjalankan iterasi K-Means, menampilkan kelompok tertentu melalui filter, dan menghasilkan laporan. Berdasarkan rangkaian pengujian yang dicantumkan dalam skripsi, keberhasilan fungsional dilaporkan sebesar 100% tanpa kegagalan fungsi pada skenario yang diuji.

Keberhasilan fungsi menunjukkan bahwa alur dari pengajuan hingga hasil klasifikasi telah terhubung dengan basis data. Validasi isian menjaga agar data kosong tidak masuk ke proses komputasi, sedangkan pemisahan hak akses membantu menjaga data warga. Walaupun demikian, *Black Box Testing* hanya membuktikan kesesuaian fungsi pada skenario yang dirancang dan tidak menggantikan pengujian keamanan, beban, atau penggunaan pada skala yang lebih besar.

4.5 Kontribusi terhadap Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian memperluas penerapan K-Means pada kasus bantuan sosial dengan menghubungkan proses analisis dan operasional pelayanan. Penelitian Filki

(2022), Sonia dan Putri (2023), serta Bahtiar (2023) menunjukkan kemampuan K-Means dalam memisahkan kelompok kelayakan, tetapi hasilnya terutama disajikan sebagai keluaran analisis. Sistem pada penelitian ini menyediakan mekanisme pengajuan mandiri, verifikasi, pelaksanaan algoritma, dan penyajian hasil dalam aplikasi yang dapat dioperasikan pengurus.

Dibandingkan penelitian Warisa dan Nurahman (2023) serta Moruk et al. (2024) yang menekankan evaluasi model dan pencarian jumlah kelompok, penelitian ini menetapkan tiga kelompok sesuai kebutuhan operasional RT serta menggunakan *Silhouette Coefficient* sebagai validasi internal. Kontribusi tambahan berupa penyimpanan hasil normalisasi, jarak, *centroid*, dan riwayat eksekusi meningkatkan keterlacakan proses. Fitur *audit log* juga memberi jejak perubahan yang tidak ditemukan pada ringkasan penelitian terdahulu dalam skripsi.

Sistem yang dibangun tetap memiliki keterbatasan. Data hanya berasal dari satu lingkungan RT dan menggambarkan periode pendataan tertentu. Empat variabel belum mencakup seluruh indikator kesejahteraan, seperti kepemilikan aset, kebutuhan medis, atau pengeluaran listrik. Selain itu, penggunaan $k = 3$ ditetapkan berdasarkan kebutuhan kategori, sehingga penelitian belum membandingkan kualitas hasil dengan jumlah kelompok lain pada data yang sama.

5. KESIMPULAN

1. Algoritma K-Means berhasil diimplementasikan pada Sistem Pendukung Keputusan berbasis web untuk mengelompokkan kelayakan penerima bantuan sosial di RT 12 Kelurahan Baru Tenggara. Perhitungan menggunakan empat kriteria, yaitu penghasilan bulanan, jumlah tanggungan, status pekerjaan, dan kondisi tempat tinggal.
2. Tahap komputasi mencakup transformasi atribut kategorikal, normalisasi Min-Max, perhitungan Euclidean Distance, pengelompokan ke *centroid* terdekat, pembaruan pusat kelompok, dan evaluasi menggunakan *Silhouette Coefficient*. Uraian skripsi mencantumkan nilai evaluasi 0,458 untuk tiga kelompok.
3. Halaman hasil klasifikasi mencatat 76 data kepala keluarga yang terbagi menjadi 18 data Layak, 25 data Dipertimbangkan, dan 33 data Tidak Layak. Tabel, grafik, nilai jarak, dan riwayat audit membantu pengurus melihat hasil secara lebih terstruktur dan transparan.
4. Pengujian *Black Box* terhadap login, pengajuan data, verifikasi, pelaksanaan K-Means, penyaringan, dan laporan menunjukkan seluruh skenario yang diuji berhasil. Tingkat keberhasilan fungsional yang dilaporkan adalah 100%.
5. Keluaran sistem berfungsi sebagai alat bantu analitis dan tidak menggantikan kewenangan pengurus wilayah atau kebijakan pemerintah dalam menetapkan penerima bantuan sosial.

6. SARAN

1. Penelitian berikutnya dapat menambah indikator kesejahteraan, seperti riwayat tanggungan medis, kepemilikan aset, dan pengeluaran listrik bulanan agar profil kondisi ekonomi menjadi lebih lengkap.
2. Kinerja K-Means dapat dibandingkan dengan K-Medoids atau Naive Bayes untuk mengetahui metode yang paling sesuai pada data penerima bantuan sosial.
3. Aplikasi dapat dikembangkan menjadi aplikasi Android agar warga lebih mudah mengajukan data melalui perangkat bergerak.
4. Pengembangan berikutnya perlu menguji beberapa nilai jumlah kelompok, memperluas cakupan data, dan menambahkan pengujian keamanan serta beban untuk mendukung penggunaan pada wilayah yang lebih besar.

7. REFERENSI

- Bahtiar, D. (2023). Pemetaan penduduk penerima bantuan sosial Desa Waru Jaya menggunakan algoritma K-Means Clustering. *Scientia Sacra: Jurnal Sains*, 3(2). <http://pijarpemikiran.com/index.php/Scientia>
- Filki, Y. (2022). Algoritma K-Means Clustering dalam memprediksi penerima Bantuan Langsung Tunai (BLT) Dana Desa. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 166-171. <https://doi.org/10.37034/infec.v4i4.166>
- Kusnadi, M. R., Gulo, T., & Aripin, S. (2022). Penerapan normalisasi data dalam mengelompokkan data mahasiswa dengan menggunakan metode K-Means untuk menentukan prioritas bantuan uang kuliah tunggal. *Journal of Computer System and Informatics*, 3(4), 330-338. <https://doi.org/10.47065/josyc.v3i4.2112>
- Moruk, E., Hayati, U., & Martanto. (2024). Algoritma K-Means untuk clustering penerima Program Keluarga Harapan di Nanaeoe Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 8(2).
- Mustakim, M., Mokoginta, D., Wowiling, S. A. S., Iswahyudi, M. S., Indra, I., Suparman, A., & Veza, O. (2024). Perancangan sistem informasi pengajian berbasis web dengan metode Waterfall. *Digital Transformation Technology*, 4(1), 157-168. <https://doi.org/10.47709/digitech.v4i1.3787>
- Priscila, H., Yusnita, A., & Harpad, B. (2022). Sistem pendukung keputusan penentuan ketua koperasi pada Koperasi Leka Mandiri menggunakan metode SMARTER berbasis web.
- Sari, S., & Utamajaya, J. N. (2022). Sistem pendukung keputusan penerima Bantuan Langsung Tunai Dana Desa menggunakan metode algoritma K-Means Clustering. *Jurnal JUPITER*, 14(1), 150-160.
- Sonia, G., & Putri, R. A. (2023). Penerapan metode K-Means Clustering untuk mengelompokkan data kelayakan penerima bantuan renovasi rumah. *Building of Informatics, Technology and Science*, 5(2). <https://doi.org/10.47065/bits.v5i2.4298>
- Sri Utami, W., Pratiwi, N., & Faisal, M. (2023). Penerapan data mining menggunakan algoritma K-Means untuk clustering perokok usia lebih dari 15 tahun. *Bulletin of Information Technology*, 4(4), 501-507. <https://doi.org/10.47065/bit.v3i1>
- Vania, P., & Nurina Sari, B. (2023). Perbandingan metode Elbow dan Silhouette untuk penentuan jumlah klaster yang

optimal pada clustering produksi padi menggunakan algoritma K-Means. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(21), 547-558. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10081332>

Warisa, W., & Nurahman, N. (2023). Perbandingan performa cluster model algoritma K-Means dalam mengelompokkan penerima bantuan Program Keluarga Harapan. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 13(1), 20-28. <https://doi.org/10.21456/vol13iss1pp20-28>