



Penerapan *Fuzzy C-Means* dalam Sistem Pendukung Keputusan untuk Penentuan Penerima Beasiswa Program Indonesia Pintar (PIP)

Saparuddin¹, Faisal Akib^{2*}, Nahrhun Hartono³

^{1,2,3} Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Indonesia

Email: safar.alam79@gmail.com¹, *faisal@uin-alauddin.ac.id², nahrhunhartono@gmail.com³

Korespondensi Penulis: faisal@uin-alauddin.ac.id

Abstract. *The process of selecting students for educational assistance in schools is still frequently performed manually by comparing individual student data. This approach is time-consuming and vulnerable to subjectivity and human error. To address this issue, this study developed a Decision Support System (DSS) using the Fuzzy C-Means (FCM) algorithm to cluster students based on their eligibility level for aid. FCM is chosen due to its capability to categorize data into multiple clusters based on data similarity. Seven evaluation criteria were employed: father's income, mother's income, father's education, mother's education, birth order, number of siblings, and type of transportation to school. The dataset consists of student information that was preprocessed and weighted based on a predefined scale. Clustering was conducted with a maximum iteration of 100 and an error tolerance of 0.00001. The results indicate that FCM successfully grouped the students into two clusters, with 487 students classified as eligible for assistance and 202 students as ineligible. To validate the clustering, the results were compared with the official Dapodik dataset, which demonstrated a high degree of consistency. Therefore, the implementation of FCM in this decision support system has proven to be effective in producing objective, accurate, and efficient classifications.*

Keywords: *Fuzzy C-Means, Decision Support System, Indonesia Smart Program, Clustering*

Abstrak. Proses penyeleksian penerima bantuan pendidikan di sekolah sering kali masih dilakukan secara manual dengan membandingkan data siswa satu per satu. Cara ini tidak hanya memerlukan waktu yang cukup lama, tetapi juga rentan terhadap subjektivitas dan kesalahan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dibangun sebuah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) menggunakan metode Fuzzy C-Means (FCM) untuk mengelompokkan siswa berdasarkan tingkat kelayakan menerima bantuan. Metode FCM digunakan karena mampu membagi data ke dalam beberapa kelompok (cluster) berdasarkan tingkat kemiripan data. Dalam penelitian ini, digunakan tujuh kriteria penilaian, yaitu penghasilan ayah, penghasilan ibu, pendidikan ayah, pendidikan ibu, anak keberapa, jumlah saudara kandung, dan jenis transportasi ke sekolah. Data yang digunakan merupakan data siswa yang telah diberi bobot sesuai skala yang ditentukan. Proses clustering dilakukan dengan parameter maksimum iterasi sebanyak 100 dan nilai error sebesar 0.00001. Hasil pengolahan menunjukkan bahwa FCM berhasil mengelompokkan siswa ke dalam dua cluster, yaitu sebanyak 487 siswa tergolong layak menerima bantuan dan 202 siswa tergolong tidak layak. Pengujian sistem juga dilakukan dengan mencocokkan hasil clustering dengan data Dapodik dan menunjukkan tingkat kesesuaian yang baik. Dengan demikian, penerapan metode FCM dalam sistem pendukung keputusan ini terbukti dapat membantu proses clustering siswa secara lebih objektif, efektif, dan efisien.

Kata kunci: Fuzzy C-Means, Sistem Pendukung Keputusan, PIP, Clustering

1. LATAR BELAKANG

Pendidikan memiliki peran sentral dalam peningkatan kualitas hidup, tidak hanya dari sisi ekonomi, tetapi juga dalam membentuk manusia yang merdeka secara fisik dan mental. Oleh karena itu, pendidikan ditempatkan sebagai prioritas dalam pembangunan nasional. Melalui pendidikan, diharapkan terjadi kemajuan di berbagai sektor, termasuk sosial, ekonomi,

politik, dan budaya (Jhon Firman Fau dkk., 2023). Sebagai hak dasar setiap warga negara, pendidikan dijamin oleh Undang-Undang Dasar 1945 yang menyatakan bahwa sistem pendidikan nasional didasarkan pada Pancasila dan UUD 1945. Tujuan dari pendidikan nasional adalah mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia beriman, bertakwa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, kreatif, dan bertanggung jawab. Negara juga berkewajiban untuk menjamin akses pendidikan berkualitas bagi seluruh rakyat, seperti tertuang dalam Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 dan Pasal 31 UUD 1945.

Sebagai bentuk tanggung jawab tersebut, pemerintah meluncurkan Program Indonesia Pintar (PIP) pada tahun 2014. Program ini bertujuan untuk membantu siswa dari keluarga kurang mampu agar tetap bisa mengakses pendidikan dan mengurangi risiko putus sekolah. Dukungan tersebut meliputi bantuan untuk keperluan transportasi, perlengkapan sekolah, dan kebutuhan sehari-hari (Pebdika dkk., 2023).

Namun dalam pelaksanaannya, penyaluran bantuan PIP masih menghadapi berbagai kendala, khususnya pada tahap penentuan calon penerima. Di banyak sekolah, proses seleksi masih dilakukan secara manual dan subjektif, sehingga berpotensi menimbulkan ketidaktepatan sasaran. Misalnya, di SMA Negeri 6 Makassar, masih ditemukan siswa yang seharusnya mendapatkan bantuan justru tidak terakomodasi karena keterbatasan data atau ketidaktepatan kriteria.

Kurangnya landasan kriteria yang kuat untuk memilih siswa yang berhak menerima bantuan, serta untuk menghindari penilaian yang bersifat subjektif dalam proses seleksi penerima beasiswa, diperlukan sebuah sistem yang dapat memfasilitasi proses seleksi agar Program Indonesia Pintar (PIP) tersebut efektif dan sesuai dengan sasaran yang ditetapkan. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah sistem terkomputerisasi yang dipakai sebagai pemecah masalah dan pendukung proses pengambilan keputusan (Pasaribu dkk., 2023). Dengan menggunakan sistem pendukung keputusan prosesnya akan lebih objektif, sistematis, dan terkomputerisasi sehingga penerima bantuan lebih tepat sasaran dengan kualifikasi terbaik. Sistem pengambilan keputusan penerima beasiswa ini dirancang agar dapat membantu pihak sekolah untuk menetapkan penerima beasiswa dengan cepat, tepat, efisien waktu, objektif sehingga dapat dengan cepat menghasilkan suatu keputusan dalam penyeleksian penerima bantuan (I Nyoman Tri Anindia Putra dkk., 2023).

Dalam konteks ini, algoritma FCM dipilih karena memiliki kemampuan untuk memberikan nilai keanggotaan pada setiap data terhadap masing-masing pusat kluster. Semakin dekat data ke pusat kluster tertentu, semakin tinggi tingkat keanggotaannya pada kluster tersebut. Proses ini memungkinkan data untuk menjadi anggota dari lebih dari satu kluster dengan derajat keanggotaan yang berbeda. Metode FCM efektif digunakan dalam proses klasifikasi dengan struktur data yang tidak kaku, serta mampu menghasilkan pembagian kelompok yang lebih akurat (Rochman dkk., 2022).

2. KAJIAN TEORITIS

Beasiswa

Beasiswa, menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), adalah bantuan finansial berupa uang tunai, buku, atau fasilitas lainnya yang diberikan kepada siswa atau mahasiswa yang berprestasi atau kurang mampu untuk melanjutkan studi mereka. Beasiswa adalah jenis bantuan keuangan yang dirancang untuk membantu siswa, mahasiswa, atau pelajar dengan uang dengan tujuan membantu mereka berjalan lancar dan sukses dalam pendidikan yang mereka pilih. Bantuan ini tidak hanya memberikan uang, tetapi juga membantu mereka mencapai impian mereka dan mencapai potensi terbaik mereka dalam perkembangan diri dan mencapai prestasi akademis yang lebih tinggi. Beasiswa memberi orang lebih banyak peluang untuk mendapatkan pendidikan berkualitas tinggi, yang berdampak positif pada kemajuan masyarakat dan bangsa mendapatkan pendidikan berkualitas tinggi, yang berdampak positif pada kemajuan masyarakat dan bangsa (Lapu Kalua dkk., 2024).

Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merupakan sistem yang dirancang untuk membantu proses pengambilan keputusan, khususnya dalam situasi yang bersifat semi terstruktur. SPK mampu menyediakan alternatif solusi dan menyampaikan informasi yang relevan untuk mendukung keputusan yang diambil oleh pengguna. Dengan kata lain, sistem ini memberikan dukungan dalam bentuk rekomendasi atau saran untuk menyelesaikan permasalahan yang kompleks namun tidak sepenuhnya terstruktur (Prehanto, 2020).

Website

Website adalah sekumpulan halaman digital yang berisi berbagai jenis informasi, baik berupa teks, gambar (statis maupun dinamis), animasi, suara, atau gabungan dari

semuanya. Halaman-halaman ini saling terhubung dan membentuk satu struktur terpadu yang dapat diakses melalui internet. Setiap website memiliki halaman utama (homepage) dan sejumlah halaman tambahan. Tujuan utama dari website adalah untuk memberikan kemudahan dalam penyampaian dan pencarian informasi oleh pengguna (Rizaldi dkk., 2023).

Program Indonesia Pintar

Program Indonesia Pintar (PIP) merupakan pengembangan dari program Bantuan Siswa Miskin (BSM) yang mulai dijalankan sejak akhir tahun 2014. Program ini bertujuan untuk memberikan bantuan dana kepada keluarga kurang mampu agar anak-anak mereka tetap dapat mengakses layanan pendidikan di semua jenjang. Sesuai Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 19 Tahun 2016, PIP adalah bantuan tunai dari pemerintah yang ditujukan bagi siswa dengan kondisi ekonomi lemah. Dana yang diberikan berjumlah Rp750.000 per tahun dan disalurkan langsung kepada siswa penerima (Edrial dkk., 2022).

Machine Learning

Machine Learning (ML) adalah cabang dari kecerdasan buatan yang fokus pada pengembangan algoritma yang memungkinkan komputer untuk belajar dari data. Dalam praktiknya, ML memungkinkan sistem untuk menemukan pola dan membuat prediksi tanpa perlu diprogram secara eksplisit. Algoritma ML bersifat umum dan dapat diterapkan pada berbagai jenis data. ML terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu *supervised learning* dan *unsupervised learning*. Pada *supervised learning*, data memiliki input dan output yang jelas, sedangkan *unsupervised learning* hanya memiliki data input tanpa informasi output yang terkait (Dawis dkk., 2022).

Clustering

Clustering adalah teknik untuk mengelompokkan data yang tidak memiliki label ke dalam kelompok-kelompok berdasarkan kesamaan karakteristik. Metode ini sering digunakan dalam berbagai bidang seperti pengenalan pola, pengambilan keputusan, data mining, dan machine learning. Terdapat dua pendekatan utama dalam clustering, yaitu *hierarchical clustering* yang menyusun data secara bertingkat berdasarkan kemiripan, dan *non-hierarchical clustering* yang mengelompokkan data berdasarkan pusat cluster tertentu (Mujibulloh dkk., 2023).

Fuzzy C-Means

Logika fuzzy merupakan metode yang digunakan untuk menangani data dengan ketidakpastian. Dalam konteks pengelompokan data (clustering), logika fuzzy diaplikasikan melalui algoritma Fuzzy C-Means (FCM). Berbeda dengan metode konvensional, FCM memungkinkan satu data untuk menjadi anggota dari lebih dari satu kelompok, dengan tingkat keanggotaan tertentu pada masing-masing cluster. Dengan demikian, FCM tidak hanya menentukan keanggotaan secara mutlak, tetapi juga mengukur seberapa besar kemungkinan suatu data termasuk dalam sebuah cluster. Algoritma dari Fuzzy C-Means dapat dijabarkan sebagai berikut:

a. Langkah awal adalah menyusun data variabel yang akan dikelompokkan ke dalam sebuah matriks berukuran $n \times m$, di mana n menyatakan jumlah sampel dan m adalah jumlah atribut per sampel. Setiap elemen dari matriks dinotasikan sebagai X_{ij} , dengan i mewakili baris data dan j mewakili kolom atribut.

b. Menetapkan parameter-parameter utama yang dibutuhkan, diantaranya: jumlah cluster (c), bobot (w), maksimum iterasi ($MaxIter$), error terkecil (ϵ), fungsi objektif ($P_0 = 0$), iterasi awal ($t = 1$)

c. Matriks keanggotaan awal diinisialisasi secara acak. Elemen-elemen matriks ini, yaitu μ_{ik} (derajat keanggotaan data ke- i terhadap cluster ke- k), kemudian dinormalisasi menggunakan rumus: $Q_i = \sum \mu_{ik} \ k=1$, lalu : $\mu_{ik} = \mu_{ik} / Q_i$

d. Centroid atau pusat dari masing-masing cluster dihitung menggunakan rumus:

$$V_{kj} = \frac{\sum ((\mu_{ik})^w \times x_{ij})}{\sum (\mu_{ik})^w \ i=1}$$

e. Menghitung Nilai Fungsi Objektif (Objective Function), Pada setiap iterasi, nilai fungsi objektif dihitung untuk mengevaluasi hasil klasterisasi menggunakan rumus:

$$P_t = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^m ((x_{ij} - v_{kj})^2)^{w/2} (\mu_{ik})^w$$

f. Memperbarui Nilai Keanggotaan (U), Derajat keanggotaan dari setiap data terhadap masing-masing cluster diperbarui berdasarkan kedekatan data dengan pusat cluster menggunakan rumus:

$$\mu_{ik} = \frac{\left[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}}$$

Dimana nilai $i = 1, 2, \dots, n$ dan nilai $k = 1, 2, \dots, c$

g. Mengevaluasi Kondisi Berhenti, Proses iterasi dihentikan jika perubahan fungsi objektif antara iterasi sebelumnya dan saat ini lebih kecil dari ε , atau jumlah iterasi telah mencapai batas maksimum:

$(Pt - (Pt - 1)) < \varepsilon$ Atau $(t > MaxIter)$ maka berhenti. Jika tidak $t = t + 1$ maka ulangi langkah ke-4 (Nur Aisah dkk., 2022).

3. METODE PENELITIAN

Tahapan Analisis Data

1. Penentuan Jumlah Cluster

Terdapat 2 cluster, yaitu: Cluster 1: Tidak layak, Cluster 2: Layak, $C=2$

2. Menentukan Parameter FCM

C = jumlah cluster (2) $m = 2$

ϵ (epsilon) = 0.000001 Maksimum iterasi = 100

3. Menentukan Nilai Awal Keanggotaan (U)

Tabel 3.1 Inisialisasi Keanggotaan Awal

Data ke-	C1	C2
1	0,638138	0,361862
2	0,55181	0,44819
3	0,088033	0,911967
4	0,491945	0,508055
5	0,221458	0,778542
6	0,285765	0,714235
7	0,439011	0,560989
8	0,661168	0,338832
9	0,896803	0,103197
10	0,567144	0,432856
...
689	0,427863	0,427863
Total	329,9281	359,0719

4. Hitung Pusat Cluster

Tabel 3.2 Inisialisasi pusat cluster awal

C	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
C1	0,5679391	0,92091	0,604088	0,6195	0,936897	0,79785	0,791444
C2	0,5659942	0,921642	0,607226	0,615927	0,923752	0,796462	0,797602

5. Konvergensi

Karena $9,91535E-08 < 0.0000001$ maka iterasi berhenti pada iterasi ke-36

Tabel 3.3 Kondisi berhenti pada iterasi ke-36

iter	delta
0	0,497848829
1	0,010177768
2	0,005412952
3	0,007398424
4	0,011144613
5	0,017031433
6	0,025903994
7	0,038613304
8	0,054834768
9	0,071478968
10	0,080320617
11	0,07172652
12	0,057990782
13	0,035920142
14	0,024571668
15	0,01501882
16	0,008524903
17	0,004682491
18	0,00253998
19	0,001373955
20	0,000744339
21	0,000404509
22	0,0002206
23	0,000120705
24	6,62394E-05
25	3,64412E-05
26	2,00896E-05
27	1,10941E-05
28	6,13501E-06
29	3,39647E-06
30	1,88206E-06
31	1,04365E-06
32	5,79068E-07
33	3,21444E-07
34	1,78502E-07
35	9,91535E-08
36	9,91535E-08

6. Hasil Clustering

Dari hasil pengelompokan data cluster 1 (C1) dan cluster 2 (C2), dapat disimpulkan bahwa C1 adalah kelompok siswa penerima beasiswa PIP dan C2 adalah siswa yang tidak diterima beasiswa PIP.

Tabel 3.4 Hasil Clustering

Data ke-	C1	C2	Cluster
1	0,138101	0,861899	2
2	0,716114	0,283886	1
3	0,344962	0,655038	2
4	0,169824	0,830176	2
5	0,804718	0,195282	1
6	0,666297	0,333703	1
7	0,229505	0,770495	2
8	0,73944	0,26056	1
9	0,195826	0,804174	2
10	0,782782	0,217218	1
...	
689	0,083184	0,916816	2
Total	243,5855	445,4145	2

Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Penelitian ini menggunakan metode Agile dalam pengembangan sistem informasi pendukung keputusan. Agile dikenal sebagai metode yang tangkas dan efektif dalam pengembangan perangkat lunak karena tidak bergantung pada langkah-langkah kaku, melainkan menyesuaikan dengan kebutuhan proyek. Dari beberapa model Agile yang ada, seperti Agile Modeling, Crystal, DSDM, ASD, FDD, XP, dan SCRUM, penelitian ini memilih model Scrum karena dinilai paling efisien dalam mendukung proses kerja yang cepat dan iteratif selama pengembangan sistem (Lutfiani dkk., 2020).



Penelitian ini menggunakan pendekatan Agile dengan kerangka kerja Scrum karena fleksibel dan mampu beradaptasi cepat terhadap kebutuhan pengguna.

1. **Kebutuhan Sistem (Requirements):** Tahap awal ini bertujuan untuk mengidentifikasi kriteria yang menjadi dasar dalam penentuan penerima beasiswa. Beberapa indikator utama meliputi penghasilan orang tua, jumlah anggota keluarga yang menjadi tanggungan, prestasi akademik, kepemilikan bantuan sosial, serta kondisi tempat tinggal. Informasi ini diperoleh melalui studi literatur, wawancara langsung, dan analisis terhadap data siswa di SMA Negeri 6 Makassar.
2. **Desain (Design):** Pada tahap desain, dilakukan penyusunan struktur basis data untuk menampung informasi siswa, pembuatan flowchart sebagai representasi alur sistem, serta perancangan tampilan antarmuka (mockup). Desain ini dirancang agar sistem dapat memfasilitasi proses input data, normalisasi nilai atribut, pelaksanaan algoritma Fuzzy C-Means untuk klasterisasi, dan penyajian hasil akhir secara visual. Aspek kemudahan navigasi dan tampilan yang intuitif turut diperhatikan agar sistem mudah digunakan.
3. **Pengembangan (Development):** Pada tahap ini, sistem mulai dibangun berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Modul-modul utama yang dikembangkan meliputi modul untuk input data siswa, modul perhitungan algoritma Fuzzy C-Means (termasuk penentuan pusat cluster dan nilai derajat keanggotaan), serta modul untuk menampilkan hasil rekomendasi beasiswa. Seluruh modul dikembangkan secara bertahap dan terintegrasi demi menjamin kesesuaian sistem terhadap kebutuhan pengguna.

4. **Pengujian (Testing):** Setelah sistem dikembangkan, dilakukan proses pengujian guna memastikan bahwa setiap fitur bekerja dengan semestinya. Pengujian mencakup uji unit untuk tiap komponen, serta uji integrasi guna memastikan sinergi antar modul. Fokus pengujian meliputi validasi data masukan, ketepatan perhitungan algoritma Fuzzy C-Means, dan akurasi hasil klasifikasi siswa.
5. **Implementasi (Deployment):** Sistem yang telah melewati tahap pengujian akan diterapkan di lingkungan sekolah, misalnya pada server lokal atau komputer laboratorium. Pada fase ini, pengguna dapat mulai memanfaatkan sistem untuk memproses dan mengelola data siswa secara langsung. Buku panduan penggunaan juga disediakan untuk memudahkan pemahaman dan penggunaan sistem oleh operator.
6. **Review:** Fase terakhir adalah evaluasi, di mana sistem yang sudah digunakan akan dikaji ulang oleh pihak sekolah. Proses ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana sistem memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna.

Metode Pengujian Sistem

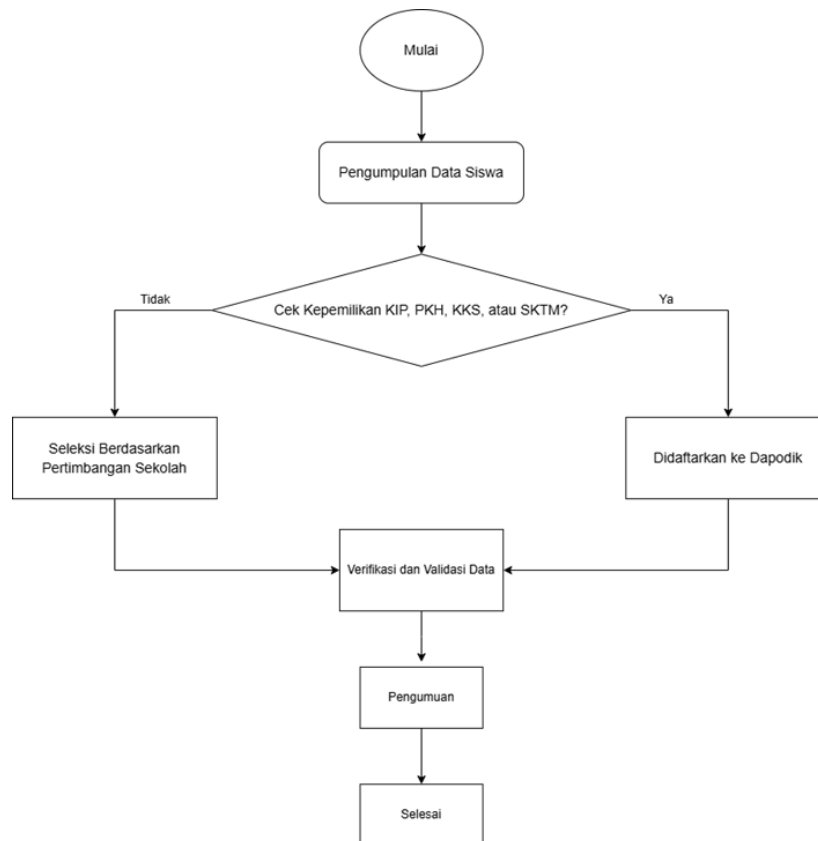
Pengujian sistem ini menggunakan metode Black Box Testing. Pendekatan ini berfokus pada validasi fungsionalitas eksternal aplikasi, memastikan setiap fitur bekerja sesuai harapan pengguna, tanpa perlu memeriksa struktur internal atau kode programnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dan Perancangan Sistem

1. Analisis sistem yang berjalan

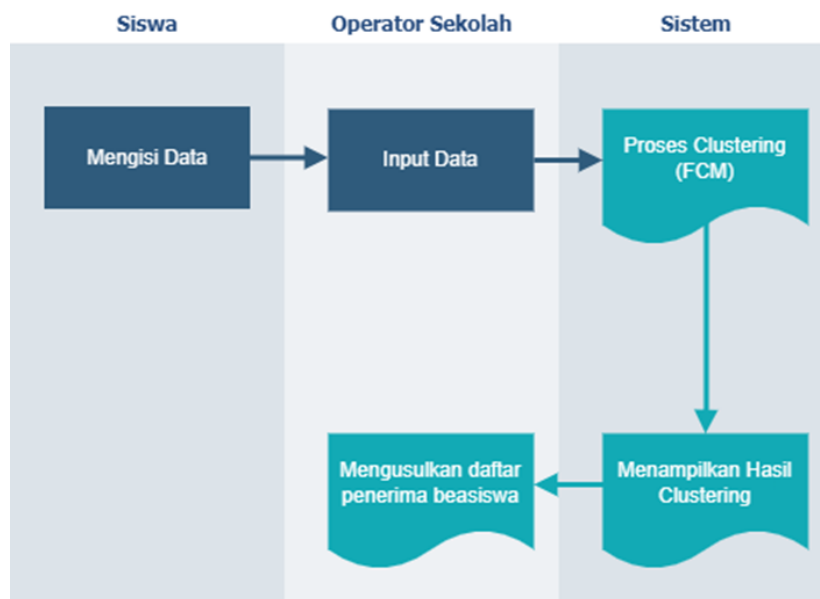
Alur sistem yang berjalan saat ini ditampilkan pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Analisis sistem yang sedang berjalan

Gambar 4.1 menunjukkan alur seleksi beasiswa, dimulai dari pengumpulan data siswa, kemudian dilanjutkan dengan pengecekan kepemilikan KIP, PKH, KKS, atau SKTM. Jika siswa memiliki salah satu dari dokumen tersebut, maka langsung didaftarkan ke Dapodik. Namun, jika tidak memiliki, maka dilakukan seleksi berdasarkan pertimbangan sekolah. Setelah itu, data siswa akan melalui proses verifikasi dan validasi, dilanjutkan dengan pengumuman hasil, dan diakhiri dengan tahap selesai.

2. Sistem yang diusulkan

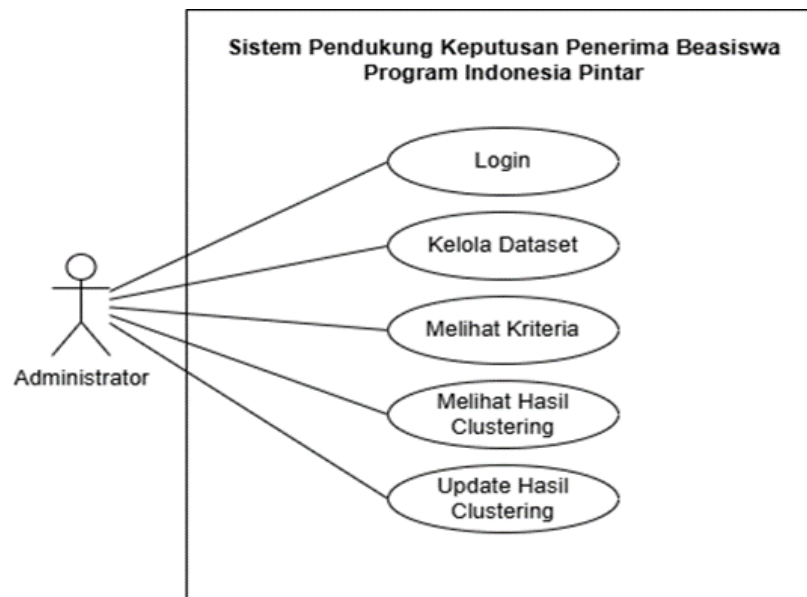


Gambar 4.2 Alur sistem yang diusulkan

Gambar 4.2 menunjukkan alur sistem yang diusulkan memberikan solusi dalam sistem yang sedang berjalan, khususnya dalam aspek seleksi penerima beasiswa yang sebelumnya tidak memiliki prosedur yang jelas dan masih bergantung pada pertimbangan subjektif pihak sekolah. Dengan sistem ini, proses seleksi menjadi lebih terstruktur dan berbasis data melalui metode Fuzzy C-Means, sehingga keputusan yang diambil lebih objektif, transparan, dan dapat dipertanggungjawabkan.

3. Use Case Diagram

Use case diagram menggunakan fungsionalitas sistem dari pengguna. Pada sistem ini, user (admin) memiliki lima use case utama yaitu : Login, Mengelola dataset, Melihat kriteria, Clustering, dan Hasil clustering. Use case diagram ditampilkan pada **Gambar 4.3**



Gambar 4.3 Use case diagram

Implementasi Sistem

1. Login

Halaman login dirancang sederhana dengan form email, password, tombol masuk, dan tautan lupa password. Identitas sekolah ditampilkan di atas serta footer hak cipta di bawah.

Gambar 4.4 Interface Halaman Login

2. Beranda

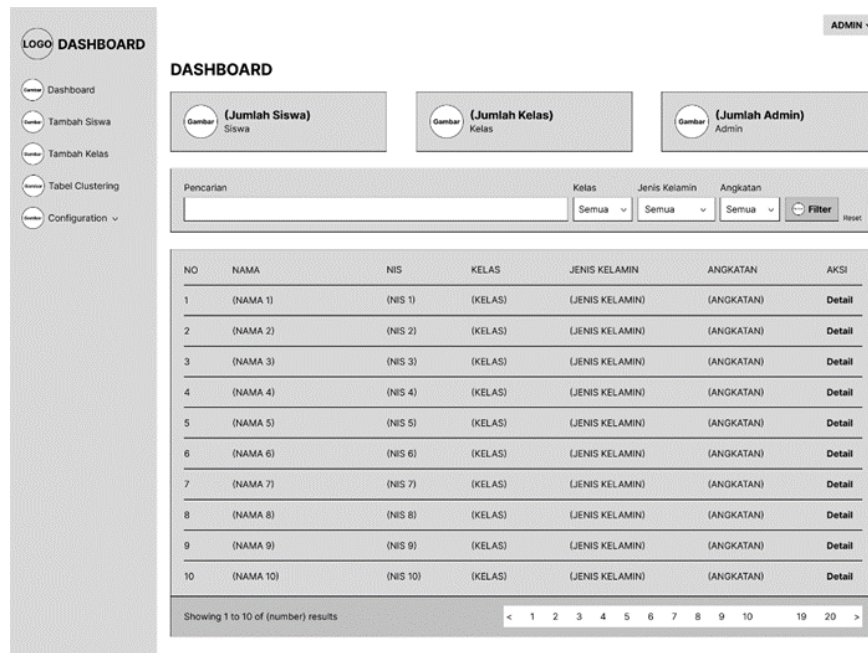
Halaman beranda menampilkan logo sekolah, tombol login, deskripsi sistem, fitur-fitur utama, informasi PIP, kriteria penerima, serta tombol “Masuk” dan footer dengan kontak dan tautan terkait.



Gambar 4.5 *Interface* Halaman Beranda

3. Dashboard

Halaman dashboard menampilkan ringkasan data siswa, filter pencarian, dan tabel utama berisi detail siswa, serta navigasi menu di sisi kiri untuk akses cepat fitur sistem.



Gambar 4.6 *Interface Halaman Dashboard*

4. Tambah Data Siswa

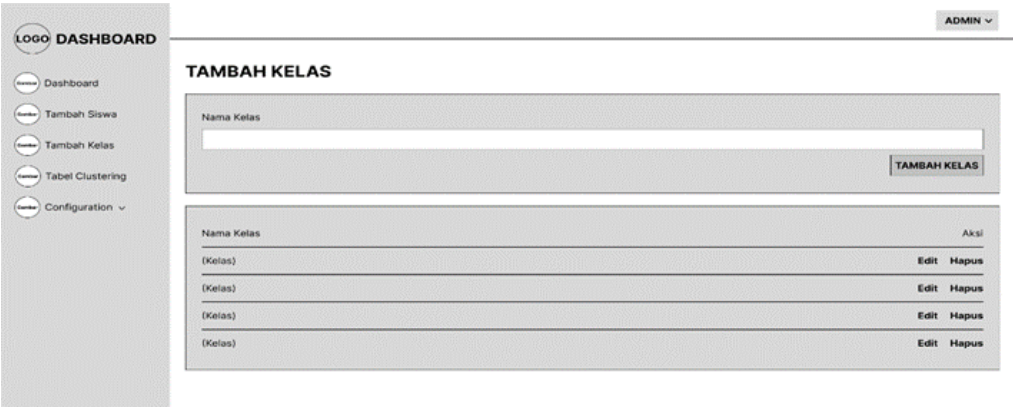
Halaman tambah data siswa dirancang untuk input data lengkap, terbagi dua bagian: identitas siswa di kiri dan data kriteria di kanan, dengan tombol "Simpan" di bagian bawah.

The screenshot shows the 'TAMBAH DATA SISWA' form. It is divided into two main sections: 'Data Siswa' on the left and 'Data Kriteria' on the right. The 'Data Siswa' section includes input fields for 'Nama Lengkap', 'Nomor Induk Siswa (NIS)', and 'Kelas' (a dropdown menu), followed by 'Jenis Kelamin' and 'Angkatan' (both dropdown menus). The 'Data Kriteria' section includes input fields for 'Pendapatan Orang Tua', 'Tanggungan Orang Tua', 'Tagihan Air', 'Tagihan Listrik', and 'Rata - rata Nilai Raport'. A 'Simpan' button is located at the bottom right of the form.

Gambar 4.7 *Interface Halaman Tambah Data Siswa*

5. Tambah Kelas

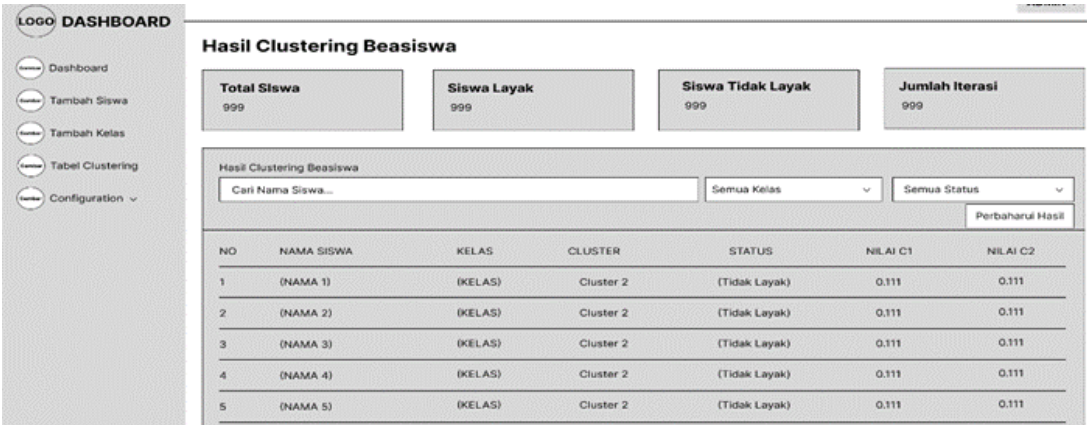
Halaman ini memungkinkan pengguna menambahkan nama kelas melalui satu kolom input dan tombol "Tambah Kelas", serta menampilkan daftar kelas beserta opsi "Edit" dan "Hapus" untuk pengelolaan data yang efisien.



Gambar 4.8 Interface Halaman Tambah Data Siswa

6. Hasil Clustering

Halaman hasil clustering menampilkan ringkasan total siswa, status kelayakan, dan jumlah iterasi, dilengkapi fitur pencarian serta filter, dengan tabel data berisi nama siswa, kelas, status, dan nilai centroid untuk analisis yang transparan.



Gambar 4.9 Interface Halaman Hasil Clustering

Uji Coba Sistem

1. Hasil Uji Coba “Calon Penerima Layak Menerima Beasiswa”

Setelah proses input data sebanyak 29 siswa yang termasuk dalam kategori "layak" menurut Dapodik, sistem menghasilkan pengelompokan dengan tingkat kesesuaian yang cukup tinggi. Dari hasil tersebut, sebanyak 25 siswa berhasil dikelompokkan sesuai dengan kategori yang seharusnya, sementara terdapat 4 siswa yang hasil *clustering* berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi sekitar 86%.

NO	NAMA SISWA	KELAS	STATUS	NILAI C1	NILAI C2	CLUSTER
1	Muhammad Farel	X-3	Layak	0.1418	0.8582	Cluster 2
2	Aisyah Alfatunnisa	X-8	Layak	0.4083	0.5917	Cluster 2
3	FITRIANI	X-9	Layak	0.0867	0.9133	Cluster 2
4	ANDI KHAERIN RAHMAT ALMAHESA	X-11	Layak	0.4801	0.5199	Cluster 2
5	Ahmad Tsabitul Asmi	XI IPS 3	Layak	0.4145	0.5855	Cluster 2
6	ANDI AHMAD ZUHAIR	XII IPS 3	Layak	0.3972	0.6028	Cluster 2
7	LEFKY AMALIA AR	XI MIPA 6	Layak	0.4465	0.5535	Cluster 2

Gambar 4.10 Hasil Clustering data Layak yang tidak sesuai

2. Hasil Uji Coba “Calon Penerima Tidak Layak Menerima Beasiswa”

Hasil clustering menunjukkan 7 data siswa tidak tepat diklasifikasikan, namun dari 29 siswa tidak layak, 22 teridentifikasi dengan benar, menandakan FCM cukup efektif meski ada deviasi kecil.

NO	NAMA SISWA	KELAS	STATUS	NILAI C1	NILAI C2	CLUSTER
1	Muh. Haikal	X-3	Tidak Layak	0.5869	0.4131	Cluster 1
2	Ayu Zatriani	X-8	Tidak Layak	0.7489	0.2511	Cluster 1
3	Adelia Nur Annisa	XII IPS 3	Tidak Layak	0.8066	0.1934	Cluster 1
4	Chinta Nur Aprilia	XII MIPA 5	Tidak Layak	0.6655	0.3345	Cluster 1

Gambar 4.11 Hasil Clustering data Tidak Layak yang tidak sesuai

Hasil Pengujian Sistem

1. Pengujian Modul Login berjalan lancar sesuai pengujian; validasi input dan pesan error sudah jelas dan membantu pengguna.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Modul Login

Deskripsi	Input	Expected Result	Status
Login dengan data valid	Email & Password valid	Pengguna berhasil masuk ke dashboard	Berhasil
Login dengan password salah	Email valid, Password salah	Menampilkan pesan error 'Login gagal'	Berhasil
Login dengan username kosong	Email kosong, Password valid	Menampilkan error validasi 'Wajib diisi'	Berhasil
Login dengan semua input kosong	Semua input kosong	Menampilkan error validasi	Berhasil

2. Pengujian Modul Tambah Data Siswa: Pak Ishaq mengapresiasi fitur tambah data siswa, terutama validasi NISN ganda dan nilai yang tidak valid.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Modul Tambah Data Siswa

Deskripsi	Input	Expected Result	Status
Tambah siswa baru dengan data valid	Nama Lengkap, NISN, Kelas, Jenis Kelamin, Angkatan, dll. lengkap dan valid	Data siswa tersimpan & muncul di tabel	Berhasil
Tambah siswa tanpa memilih kelas	Kelas kosong	Menampilkan error validasi	Berhasil
Tambah data siswa dengan nilai negatif	Nilai rapor = -10	Menampilkan error validasi 'Nilai tidak valid'	Berhasil
Tambah siswa dengan NISN yang sama	NISN sudah pernah didaftarkan	Menampilkan error 'NISN sudah digunakan'	Berhasil

3. Pengujian Modul Tambah Data Kelas: Pak Ishaq menyatakan modul tambah kelas sudah berfungsi baik, dengan validasi nama kelas kosong atau duplikat berjalan semestinya.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Modul Tambah Data Kelas

Deskripsi	Input	Expected Result	Status
Tambah kelas baru dengan data valid	Nama kelas: 'X IPA 1'	Data kelas tersimpan & muncul di tabel	Berhasil
Tambah kelas dengan nama kosong	Nama kelas: "	Menampilkan error 'Nama kelas wajib diisi'	Berhasil
Tambah kelas dengan nama yang sama	Nama kelas: 'X IPA 1' (sudah ada)	Menampilkan error 'Kelas sudah ada'	Berhasil

4. Pengujian Modul Clustering: Pak Ishaq menilai modul Lihat Hasil Clustering sudah sesuai, informatif, dan pesan saat data kosong jelas. Ia menyarankan penambahan visualisasi seperti grafik agar lebih interaktif ke depannya.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Modul Clustering

Deskripsi	Input	Expected Result	Status
Lihat hasil <i>clustering</i> dengan data cukup	Data siswa tersedia	Menampilkan cluster 'layak' atau 'tidak layak'	Berhasil
Lihat hasil <i>clustering</i> tanpa data siswa	Tidak ada data siswa	Menampilkan pesan 'Belum ada data untuk <i>clustering</i> '	Berhasil
Klik tombol lihat hasil <i>clustering</i>	Aksi klik tombol	Menampilkan daftar siswa + cluster	Berhasil

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa algoritma *Fuzzy C-Means* (FCM) berhasil diterapkan untuk melakukan proses pengelompokan (*clustering*) terhadap data siswa berdasarkan sejumlah kriteria sosial ekonomi, yaitu penghasilan ayah, penghasilan ibu, pendidikan ayah, pendidikan ibu, anak ke, jumlah saudara, dan jenis transportasi yang digunakan. Proses *clustering* ini menghasilkan dua kelompok utama, yaitu kelompok siswa yang layak dan tidak layak menerima bantuan. Dari hasil akhir

pengolahan data, diketahui bahwa terdapat sebanyak 487 siswa yang tergolong dalam kategori layak, dan sebanyak 202 siswa tergolong dalam kategori tidak layak. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma FCM mampu memetakan data secara efektif berdasarkan kemiripan karakteristik, dan dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan untuk penentuan penerima bantuan pendidikan.

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah agar sistem *clustering* berbasis FCM yang telah dibangun dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan beberapa kriteria yang lebih rinci, seperti pekerjaan orang tua, status kepemilikan rumah, serta pengeluaran bulanan keluarga, guna meningkatkan akurasi hasil *clustering*. Selain itu, sistem sebaiknya diintegrasikan langsung dengan sistem data sekolah seperti Dapodik, agar proses input data menjadi lebih efisien dan mengurangi potensi kesalahan manual. Perlu juga diperhatikan bahwa hasil *clustering* dari sistem ini hendaknya tidak dijadikan satu-satunya dasar dalam pengambilan keputusan, melainkan sebagai alat bantu yang tetap memerlukan validasi dari pihak sekolah atau tim verifikasi yang berwenang. Di samping itu, pelatihan teknis bagi pengguna sistem, seperti staf tata usaha atau operator sekolah, sangat disarankan agar mereka dapat memahami cara penggunaan sistem dan prinsip dasar kerja algoritma FCM. Terakhir, sistem ini juga sebaiknya diuji lebih lanjut dengan data dari sekolah lain atau dengan skala data yang lebih besar, agar performa dan konsistensi sistem dapat dievaluasi secara lebih menyeluruh.

DAFTAR REFERENSI

- Dawis, A. M., Himawan, I. S., Meidelfi, D., Ikhrum, F., Intan, I., Harun, R., Haris, M. S., Wahyuddin, S., Yuniar, E., and Purnomo, R., *Artificial Intelligence: Konsep Dasar dan Kajian Praktis*, TOHAR MEDIA, 2022.
- Edrial, P., Purtama, A. R., and Sujastiawan, A., “Evaluasi Kebijakan Program Indonesia Pintar (PIP) di SMA Negeri 1 Utan Tahun 2019–2020,” *Jurnal Kapita Selekta Administrasi Publik*, vol. 3, no. 1, pp. 109–116, 2022. [Online]. Available: <http://ejournalppmunsa.ac.id/index.php/ksap>
- Ibnu Daqiqil, *Machine Learning: Teori, Studi Kasus dan Implementasi Menggunakan Python*, vol. 1, Unri Press, 2021.
- Kalua, A. L., Mantiri, R., Rumondor, C., and Mogogibung, E., “Sistem Informasi Pendaftaran Beasiswa dan Jadwal Legalisir Berbasis Website Responsive,” *Journal of Information Technology, Software Engineering and Computer Science (ITSECS)*, vol. 2, no. 2, pp. 58–74, 2024. doi: 10.58602/itsecs.v2i2.108
- Lutfiani, N., Harahap, P., Aini, Q., Dimas, A., Ahmad, A. R., and Rahardja, U., “Inovasi Manajemen Proyek I-Learning Menggunakan Metode Agile Scrumban,” *Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan*, vol. 5, no. 1, pp. 96–101, 2020. doi: 10.30743/infotekjar.v5i1.2848

- Mujibulloh, Martanto, and Hayati, U., “Clustering Produk Ekspor Indonesia Berdasarkan Tingkat Permintaan Menggunakan Metode K-Means Tahun 2020–2022,” *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 7, no. 6, pp. 3580–3586, 2023.
- Nur Aisah, S., Nurcahyani, A., and Rini, C. D., “Implementasi Fuzzy C-Means Clustering (FCM) pada Pemetaan Daerah Potensi Transmigrasi di Jawa Timur,” *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 7, no. 1, pp. 33–40, 2022.
- Paembonan, S., Abduh, H., and Kunci, K., “Penerapan Metode Silhouette Coefficient Untuk Evaluasi Clustering Obat,” *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, vol. 6, no. 2, pp. 48–54, 2021. [Online]. Available: <https://ojs.unanda.ac.id/index.php/jiit/index>
- Pasaribu, A. F., Surahman, A., Priandika, A. T., Sintaro, S., and Utami, Y. T., “Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Penerimaan Guru Menggunakan SAW,” *Journal of Artificial Intelligence and Technology Information (JAITI)*, vol. 1, no. 1, pp. 13–19, 2023. doi: 10.58602/jaiti.v1i1.21
- Pebdika, A., Herdiana, R., and Solihudin, D., “Klasifikasi Menggunakan Metode Naive Bayes untuk Menentukan Calon Penerima PIP,” *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 7, no. 1, pp. 452–458, 2023.
- Prehanto, D. R., *Buku Ajar Model Sistem Pendukung Keputusan dengan AHP dan IPMS*, Scopindo Media Pustaka, 2020.
- Putra, I. N. T. A., Sudipa, I. G. I., Jumariana, I. P. C., and Jun, Y., “Penerapan Algoritma Copeland Score sebagai Penunjang Penerimaan Beasiswa KIP di Kampus Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia,” *Journal of Technology and Informatics (JoTI)*, vol. 4, no. 2, pp. 57–62, 2023. doi: 10.37802/joti.v4i2.310
- Rizaldi, M. F., Akrom, A. A., Imron, M. A., Hanif, M. F., and Achmad, Z. A., “Pengenalan Website Sebagai Pengembangan Profil Pondok Pesantren Maqis Al-Hamidy 4,” *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 3, no. 3, pp. 53–61, 2023. [Online]. Available: https://jurnalfkip.samawa-university.ac.id/karya_jpm/index
- Rochman, E. M. S., Miswanto, and Suprajitno, H., “Comparison of Clustering in Tuberculosis Using Fuzzy C-Means and K-Means Methods,” *SCI-K Publishing Corporation*, no. 41, pp. 1–20, 2022. doi: 10.28919/cmbn/7335
- Wardani, P. A., and Widiyanto, E. P., “Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Beasiswa Berbasis Web dengan Metode Fuzzy Tahani,” *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 3, no. 1, pp. 12–19, 2022.
- Yusuf, M., and Iskandar, A., “Evaluasi Efektivitas Algoritma Clustering untuk Penentuan Wilayah Prioritas Bantuan Pendidikan,” *Jurnal Teknologi dan Informatika*, vol. 5, no. 2, pp. 100–108, 2023.