

**IMPLEMENTASI ALGORITMA K-MEDOIDS DALAM
SISTEM CLUSTERING UNTUK PENENTUAN STRATEGI
PROMOSI DI SMK BINA SATRIA**

SKRIPSI

DISUSUN OLEH

RIZKY WIRA NANDA PASARIBU

NPM. 2109010019



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

**IMPLEMENTASI ALGORITMA K-MEDOIDS DALAM
SISTEM CLUSTERING UNTUK PENENTUAN STRATEGI
PROMOSI DI SMK BINA SATRIA**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Komputer (S.Kom) dalam Program Studi Sistem Informasi pada Fakultas
Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara**

**RIZKY WIRA NANDA PASARIBU
NPM. 2109010019**

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI ALGORITMA K-MEDOIDS
DALAM SISTEM CLUSTERING UNTUK
PENENTUAN STRATEGI PROMOSI DI SMK BINA
SATRIA
Nama Mahasiswa : RIZKY WIRA NANDA PASARIBU
NPM : 2109010019
Program Studi : SISTEM INFORMASI

Menyetujui
Komisi Pembimbing



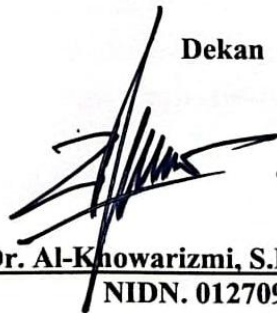
(Dr. Marah Doly Nasution, S.Pd., M.Si.)
NIDN. 0110107602

Ketua Program Studi



(Dr. Firahmi Rizky, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0116079201

Dekan



(Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

IMPLEMENTASI ALGORITMA K-MEDOIDS DALAM SISTEM CLUSTERING UNTUK PENENTUAN STRATEGI PROMOSI DI SMK BINA SATRIA

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, September 2025

Yang membuat pernyataan



Rizky Wira Nanda Pasaribu

NPM. 2109010019

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Rizky Wira Nanda Pasaribu
NPM	: 2109010019
Program Studi	: Sistem Informasi
Karya Ilmiah	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bedas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

**IMPLEMENTASI ALGORITMA K-MEDOIDS DALAM SISTEM
CLUSTERING UNTUK PENENTUAN STRATEGI PROMOSI DI SMK
BINA SATRIA**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, September 2025

Yang membuat pernyataan



Rizky Wira Nanda Pasaribu

NPM. 2109010019

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Rizky Wira Nanda Pasaribu
Tempat dan Tanggal Lahir : Tanjung Morawa, 14 September 2003
Alamat Rumah : Jl Gaharu Blok G No. 3
Telepon/Faks/HP : 083163896801
E-mail : rizkywirananda69@gmail.com
Instansi Tempat Kerja : -
Alamat Kantor : -

DATA PENDIDIKAN

SD	: SD Negeri 101788 Marindal	TAMAT: 2015
SMP	: SMP Negeri 1 Pagar Merbau	TAMAT: 2018
SMA	: SMA Negeri 7 Medan	TAMAT: 2021

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul "Implementasi Algoritma K-Medoids dalam Sistem Clustering untuk Penentuan Strategi Promosi di SMK Bina Satria". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penulis tentunya berterima kasih kepada berbagai pihak dalam dukungan serta doa dalam penyelesaian skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Bapak Halim Maulana., ST., M.Kom. Wakil Dekan I Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
4. Bapak Lutfi Basit, S.Sos., M.I.Kom. Wakil Dekan III Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
5. Ibu Dr. Firahmi Rizky, S.Kom., M.Kom. Ketua Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
6. Bapak Mahardika Abdi Prawira Tanjung, S.Kom., M.Kom. Sekretaris Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
7. Bapak Dr. Marah Doly Nasution, S.pd., M.Si selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan kepada penulis selama pengerjaan skripsi.

8. Ibu Ir. Rosita, S.Pd., M.M., selaku Kepala Sekolah SMK Bina Satria, serta seluruh staf dan guru yang telah memberikan izin serta bantuan selama proses penelitian berlangsung.
9. Ibu Dra. Evi Eliza yang sangat membantu penulis dalam mendapatkan studi kasus dan data mentah untuk penelitian ini.
10. Bapak Andika Suras Saputra, S.M selaku biro yang telah menjalankan tugas dengan baik kepada mahasiswa seperti penulis.
11. Kedua orang tua tercinta, atas doa, dukungan moral dan material, serta kasih sayang yang tiada henti-hentinya.
12. Saudara dan keluarga besar yang selalu memberikan motivasi dan semangat dalam menyelesaikan studi.
13. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Sistem Informasi angkatan 2021, atas kebersamaan, bantuan, dan dukungan selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
14. Semua pihak yang terlibat langsung ataupun tidak langsung yang tidak dapat penulis ucapkan satu-persatu yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

IMPLEMENTASI ALGORITMA K-MEDOIDS DALAM SISTEM CLUSTERING UNTUK PENENTUAN STRATEGI PROMOSI DI SMK BINA SATRIA

ABSTRAK

Persaingan antara Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri dan Swasta menuntut SMK Swasta, seperti SMK Bina Satria, untuk memiliki strategi promosi yang lebih efektif dan berbasis data. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma K-Medoids dalam proses clustering data sekolah asal siswa guna mengelompokkan potensi kontribusi sekolah mitra terhadap penerimaan siswa baru. Variabel yang digunakan dalam analisis meliputi jumlah kontribusi siswa dan status keikutsertaan dalam program Member Get Member (MGM).

Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif dan menggunakan metode data mining. Tahapan yang dilalui meliputi pengumpulan data, preprocessing, penentuan jumlah cluster menggunakan Elbow Method dan Silhouette Score, implementasi algoritma K-Medoids, serta pengembangan sistem berbasis web untuk visualisasi hasil. Hasil analisis menunjukkan bahwa sekolah-sekolah asal dapat dikelompokkan ke dalam tiga cluster, yaitu: *Mitra Loyal Potensi Tertinggi*, *Calon Mitra Potensial*, dan *Kontributor Insidental*. Sistem yang dikembangkan membantu pihak sekolah dalam menentukan strategi promosi yang lebih terarah dan efisien. Dengan implementasi ini, SMK Bina Satria dapat menyusun kebijakan promosi yang berbasis pada segmentasi mitra secara objektif, serta meningkatkan efektivitas program promosi dalam menjaring siswa baru.

Kata Kunci : K-Medoids, Clustering, Strategi Promosi, Member Get Member, Data Mining, SMK Bina Satria

IMPLEMENTATION OF THE K-MEDOIDS ALGORITHM IN A CLUSTERING SYSTEM FOR DETERMINING PROMOTIONAL STRATEGIES AT SMK BINA SATRIA

ABSTRACT

The competition between public and private vocational high schools (SMK) requires private schools, such as SMK Bina Satria, to adopt more effective and data-driven promotional strategies. This study aims to implement the K-Medoids algorithm in the clustering process of student origin school data to group the contribution potential of partner schools toward new student enrollment. The variables used in the analysis include the total number of student contributions and the participation status in the Member Get Member (MGM) program.

This research employs a quantitative approach using data mining methods. The stages include data collection, preprocessing, determining the optimal number of clusters using the Elbow Method and Silhouette Score, implementation of the K-Medoids algorithm, and development of a web-based system for visualizing the results. The analysis results show that origin schools can be grouped into three clusters: High Potential Loyal Partners, Potential Future Partners, and Incidental Contributors. The developed system assists the school in determining more targeted and efficient promotional strategies. With this implementation, SMK Bina Satria can formulate promotion policies based on objective partner segmentation and enhance the effectiveness of its promotional programs to attract new students.

Keywords : K-Medoids, Clustering, Promotional Strategy, Member Get Member, Data Mining, SMK Bina Satria

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Data Mining	6
2.2. Knowledge Discovery in Database (KDD).....	8
2.3. K-Medoids	11
2.3.1. Elbow Method.....	12
2.3.2. Silhoutte Score	13
2.4. Visual Studio Code	15
2.5. HTML	16
2.6. PHP	16
2.7. Python	17
2.8. MySQL.....	18
2.9. XAMPP	19
2.10. Strategi Promosi.....	20
2.11. Penelitian Terdahulu	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1. Jenis Penelitian.....	25
3.2. Alur Penelitian	25

3.3.	Metode Pengumpulan Data	32
3.3.1.	Studi Pustaka (Library Research).....	32
3.3.2.	Studi Lapangan (Field Research).....	32
3.4.	Alat Penelitian.....	34
3.4.1.	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	34
3.4.2.	Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	35
3.5.	Simulasi Perhitungan K-Medoids	35
3.6.	Desain Sistem.....	38
3.6.1.	Use Case Diagram.....	39
3.6.2.	Activity Diagram.....	40
3.6.3.	Sequence Diagram	44
3.6.4.	Class Diagram	48
3.7.	Desain Basis Data	49
3.8.	Desain User Interface	51
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1.	Perhitungan Manual <i>K-Medoids</i>	55
4.1.1.	Normalisasi Data menggunakan <i>Standard Scaler</i>	56
4.1.2.	Inisialisasi Medoid Awal.....	58
4.1.3.	Langkah 3: Iterasi Pertama - Tahap Penugasan (Assignment)	59
4.1.4.	Langkah 4: Iterasi Pertama - Tahap Pembaruan (Update).....	61
4.1.5.	Langkah 5 : Iterasi Berikutnya dan Konvergensi.....	62
4.1.6.	Hasil Akhir <i>Clustering</i>	63
4.2.	Implementasi dalam <i>Website</i>	64
4.3.	Pengujian Program	75
4.4.	Kelebihan dan Kelemahan Program.....	78
BAB V	PENUTUP	80
5.1.	Kesimpulan	80
5.2.	Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA		82
LAMPIRAN.....		85

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Perbedaan SMK Negeri dan Swasta	2
Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	22
Tabel 3.1. Total Siswa yang Masuk per Tahun.....	27
Tabel 3.2. Spesifikasi <i>Hardware</i>	34
Tabel 3.3. <i>Software</i> dan Bahasa Pemrograman.....	35
Tabel 3.4. Dataset Simulasi.....	36
Tabel 3.5. Tabel Pengelompokkan Awal	37
Tabel 3.6. Rancangan Tabel Admin.....	49
Tabel 3.7. Rancangan Tabel Sekolah Asal.....	49
Tabel 3.8. Rancangan Tabel Cluster	50
Tabel 3.9. Rancangan Tabel Clustering	50
Tabel 3.10. Rancangan Tabel Rekomendasi	50
Tabel 3.11. Rancangan Tabel Log Aktifitas	51
Tabel 4.1. Hasil Normalisasi Sebagian Data Sekolah.....	58
Tabel 4.2. Ringkasan Hasil Akhir Cluster	64
Tabel 4.3. Tabel Pengujian Program.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses <i>Knowledge Discovery in Database</i>	10
Gambar 2.2. Tampilan Teks Editor VsCode	15
Gambar 2.3. Logo Python	18
Gambar 2.4. Tampilan XAMPP	20
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Alur Penelitian	26
Gambar 3.2. <i>Use Case Diagram</i>	39
Gambar 3.3. <i>Activity Diagram Login</i>	40
Gambar 3.4. <i>Activity Diagram Dashboard</i>	41
Gambar 3.5. <i>Activity Diagram</i> Kelola Data Sekolah Asal	41
Gambar 3.6. <i>Activity Diagram</i> Proses Clustering	42
Gambar 3.7. <i>Activity Diagram</i> Hasil Clustering	43
Gambar 3.8. <i>Activity Diagram</i> Pengguna	43
Gambar 3.9. <i>Activity Diagram Logout</i>	44
Gambar 3.10. <i>Sequence Diagram Login</i>	44
Gambar 3.11. <i>Sequence Diagram Dashboard</i>	45
Gambar 3.12. <i>Sequence Diagram</i> Kelola Data Sekolah Asal	45
Gambar 3.13. <i>Sequence Diagram</i> Proses Clustering	46
Gambar 3.14. <i>Sequence Diagram</i> Hasil Clustering	46
Gambar 3.15. <i>Sequence Diagram</i> Pengguna	47
Gambar 3.16. <i>Sequence Diagram Logout</i>	47
Gambar 3.17. Class Diagram	48
Gambar 3.18. Desain <i>User Interface Login</i>	51
Gambar 3.19. Desain <i>User Interface Dashboard</i>	52

Gambar 3.20. <i>Activity Diagram</i> Kelola Data Siswa	52
Gambar 3.21. <i>Activity Diagram</i> Proses Clustering	53
Gambar 3.22. Desain <i>User Interface</i> Rekomendasi Promosi	53
Gambar 3.23. Desain <i>User Interface</i> Kelola Data Pengguna.....	54
Gambar 3.24. Desain <i>User Interface</i> Tampilan Logout.....	54
Gambar 4.1. Implementasi Tampilan Login	65
Gambar 4.2. Implementasi Tampilan Dashboard	65
Gambar 4.3. Implementasi Tampilan Kelola Data Sekolah.....	66
Gambar 4.4. Implementasi Tampilan Tambah Data Sekolah	66
Gambar 4.5. Implementasi Tambah Data Sekolah (Excel).....	67
Gambar 4.6. Implementasi Edit Data Sekolah	67
Gambar 4.7. Proses Menjalankan Clustering	68
Gambar 4.8. Tahapan Analisa Data	68
Gambar 4.9. Tampilan Contoh Data Secara Scaling.....	69
Gambar 4.10. Tahap Pelatihan dan Evaluasi Model	69
Gambar 4.11. Hasil dan Interpretasi	70
Gambar 4.12. Contoh Detail Pengelompokkan Cluster	71
Gambar 4.13. Hasil Pengelompokkan Untuk Cluster Kedua.....	71
Gambar 4.14. Grafik Cluster	72
Gambar 4.15. Pilihan untuk Menyimpan Model.....	73
Gambar 4.16. Implementasi Tampilan Hasil Clustering.....	73
Gambar 4.17. Tampilan Setelah Proses Selesai	74
Gambar 4.18. Tampilan Kelola Pengguna	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Dalam era globalisasi dan perkembangan teknologi yang semakin pesat, pendidikan vokasi menjadi salah satu faktor penting dalam mempersiapkan tenaga kerja yang siap bersaing di dunia industri. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memiliki peran penting dalam mencetak lulusan yang memiliki keterampilan sesuai dengan kebutuhan industri. Namun, di tengah meningkatnya jumlah SMK di Indonesia, persaingan antar sekolah semakin ketat, terutama antara SMK Negeri dan SMK Swasta. Berdasarkan data dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek) per tanggal 31 Desember 2023, jumlah SMK di Indonesia mencapai 14.445 unit, dengan rincian 3.752 SMK Negeri dan 10.693 SMK Swasta. Meskipun jumlah SMK Swasta lebih banyak, jumlah siswa yang bersekolah di SMK Negeri masih cukup dominan. Perbedaan jumlah yang tidak signifikan ini menunjukkan bahwa SMK Swasta harus mampu menawarkan keunggulan kompetitif agar dapat menarik minat calon siswa (Adi et al., 2024).

Salah satu perbedaan utama antara SMK Negeri dan SMK Swasta adalah dalam hal biaya pendidikan dan fasilitas yang tersedia. Berdasarkan penelitian Siregar, (2019), SMK Negeri umumnya lebih diminati masyarakat karena biaya pendidikan yang lebih terjangkau karena mendapatkan subsidi dari pemerintah serta fasilitas dan sarana pendidikan di SMK Negeri lebih lengkap dibandingkan dengan SMK Swasta, yang harus mengandalkan sumber pendanaan dari pihak sekolah atau yayasan. Kondisi ini menyebabkan banyak calon siswa lebih memilih SMK Negeri

sebagai pilihan utama, sementara SMK Swasta harus berusaha lebih keras dalam mempromosikan keunggulan mereka agar tetap menarik bagi calon siswa. Dalam situasi seperti ini, strategi promosi yang efektif menjadi faktor kunci dalam meningkatkan daya tarik dan jumlah pendaftar di SMK Swasta.

Tabel 1.1. Perbedaan SMK Negeri dan Swasta

SMK Negeri	SMK Swasta
Dikelola Pemerintah	Dikelola Yayasan
Guru PNS	Guru Honorer
Biaya SPP dibayar oleh Negara	Biaya SPP dibayar oleh siswa
Fasilitas relatif kurang baik	Fasilitas cenderung lebih baik
Daya tampung kelas lebih banyak	Daya tampung lebih sedikit

Promosi sekolah yang dilakukan secara konvensional, seperti penyebaran brosur, pemasangan spanduk, serta kunjungan ke sekolah-sekolah SMP, kadang tidak cukup efektif dalam menjangkau calon siswa yang potensial. Metode promosi yang tidak berbasis data sering kali menghasilkan keputusan yang kurang tepat dalam menentukan strategi pemasaran yang optimal. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan berbasis data yang mampu mengidentifikasi segmentasi calon siswa secara lebih akurat. Dengan adanya analisis data yang mendalam, sekolah dapat memahami preferensi calon siswa dan menargetkan strategi promosi yang lebih sesuai dengan kebutuhan mereka dalam mendapatkan calon siswa baru (Darma & Nurcahyo, 2021). Salah satu teknik yang dapat digunakan dalam analisis ini adalah teknik clustering, yaitu teknik pengelompokan data berdasarkan persamaan dan perbedaan mendasar pada dataset. Tujuan dari clustering adalah membagi dataset ke dalam kelompok dataset yang memiliki karakteristik yang mirip dan berbeda (Al-Khowarizmi et al., 2024).

Dalam penelitian ini menggunakan salah satu metode data mining yaitu algoritma K-Medoids. Algoritma ini memiliki keunggulan dalam menangani data dengan *outlier* serta menghasilkan klaster yang lebih stabil dibandingkan dengan algoritma K-Means. Algoritma K-Medoids bekerja dengan memilih titik data yang benar-benar ada dalam dataset sebagai pusat klaster (*medoid*), sehingga hasil pengelompokan menjadi lebih representatif dan lebih mudah diinterpretasikan (Darma & Nurcahyo, 2021). Metode ini telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti segmentasi pelanggan, analisis perilaku konsumen, serta perencanaan pemasaran berbasis data. Sebagai contoh, di STIKES Perintis Padang, algoritma ini digunakan untuk mengelompokkan mahasiswa berdasarkan asal sekolah dan daerah, sehingga institusi dapat memfokuskan promosi pada wilayah dengan tingkat keberhasilan tinggi (Rahmah et al., 2022). Oleh karena itu, penerapan algoritma K-Medoids dalam penentuan strategi promosi sekolah dapat memberikan wawasan yang lebih baik dalam menyusun strategi pemasaran yang efektif.

Dalam konteks SMK Bina Satria, penggunaan algoritma K-Medoids dapat membantu mengelompokkan sekolah asal siswa berdasarkan potensi kontribusinya dalam penerimaan siswa baru, dengan mempertimbangkan faktor seperti jumlah siswa yang masuk dari setiap sekolah, keberadaan program *Member Get Member* (MGM), serta intensitas kontribusi sekolah tersebut setiap tahun. Dengan mengetahui kelompok sekolah yang memiliki potensi tinggi, sedang, dan rendah, SMK Bina Satria dapat menentukan strategi promosi yang lebih efektif dan tepat sasaran pada sekolah yang berpotensi menyumbang lebih banyak siswa di masa depan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membangun sistem berbasis web yang terintegrasi dengan algoritma K-Medoids untuk memudahkan pihak sekolah dalam menentukan strategi promosi?
2. Bagaimana penerapan algoritma K-Medoids dapat digunakan untuk mengelompokkan sekolah asal siswa SMK Bina Satria berdasarkan jumlah kontribusi siswa dan status kemitraan Member Get Member (MGM)?
3. Bagaimana hasil pengelompokan dapat dianalisis untuk menentukan strategi promosi yang lebih efektif dan tepat sasaran bagi SMK Bina Satria?

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan fokus, terdapat beberapa batasan masalah yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Penelitian ini hanya dilakukan di SMK Bina Satria sebagai objek studi kasus.
2. Data yang digunakan meliputi jumlah kontribusi siswa dan status kemitraan Member Get Member (MGM) dari sekolah asal periode 2020–2025.
3. Algoritma yang digunakan untuk proses pengelompokan adalah algoritma K-Medoids, tanpa membandingkan dengan algoritma lainnya.
4. Aplikasi data mining yang dirancang berbasis website dengan bahasa PHP dan MySQL.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengembangkan sistem berbasis web yang mengintegrasikan proses clustering dan visualisasi hasil sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan promosi di SMK Bina Satria.
2. Menerapkan algoritma K-Medoids dalam proses clustering data sekolah asal siswa SMK Bina Satria berdasarkan jumlah kontribusi siswa dan status kemitraan Member Get Member (MGM).
3. Menganalisis hasil pengelompokan sekolah asal menjadi tiga segmen yang terdiri dari kontributor sangat tinggi, kontributor menengah dan kontributor rendah.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang bisa didapat dari penulisan penelitian ini adalah:

1. Membantu pihak sekolah dalam mengidentifikasi kelompok calon siswa potensial dan merumuskan strategi promosi yang lebih efektif dan tepat sasaran.
2. Dapat membantu peneliti didalam memahami penerapan data mining dengan metode K-Medoids.
3. Menjadi referensi bagi peneliti yang ingin mengkaji lebih lanjut tentang implementasi algoritma K-Medoids dalam berbagai konteks, terutama di bidang pendidikan dan pemasaran.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Data Mining

Data mining adalah proses menganalisa kumpulan data dari perspektif yang berbeda dan menyimpulkannya menjadi informasi-informasi penting yang dapat dipakai untuk meningkatkan keuntungan, memperkecil biaya pengeluaran, atau bahkan keduanya. Secara teknis, data mining dapat disebut sebagai proses untuk menemukan korelasi atau pola dari ratusan atau ribuan field dari sebuah relasional database yang besar (Yulianti et al., 2019). Data mining merupakan bidang dari beberapa bidang keilmuan yang menyatukan teknik dari pembelajaran mesin, pengenalan pola, statistic, database, dan visualisasi untuk penanganan permasalahan pengambilan informasi dari database yang besar (Fahrudin et al., 2024).

Data mining, yang juga dikenal sebagai knowledge discovery, adalah proses menemukan pola dari data yang diolah, menghasilkan informasi yang penting dan bernilai. Data sendiri merupakan kumpulan fakta yang dapat memberikan gambaran tertentu, sehingga setiap kali data dikumpulkan, pola-pola di dalamnya dapat dianalisis untuk mengungkap informasi yang mungkin terjadi di masa depan. Data mining sering disebut juga sebagai Knowledge Discovery in Database (KDD), yang mencakup kegiatan pengumpulan data dan pemanfaatan data historis untuk mengidentifikasi keteraturan, pola, atau hubungan dalam kumpulan data berukuran besar (Anggreini, 2019).

Menurut Lubis, (2024) Data Mining dikategorikan ke dalam beberapa kelompok berdasarkan tugas yang dapat dilakukan, yaitu:

a. Deskripsi

Peneliti dan analis sering kali berupaya menemukan cara untuk menggambarkan pola serta kecenderungan dalam data. Deskripsi mengenai pola tersebut dapat memberikan gambaran atau penjelasan mengenai suatu kecenderungan yang teridentifikasi.

b. Estimasi

Estimasi mirip dengan klasifikasi, namun perbedaannya terletak pada variabel target yang bersifat numerik, bukan kategorikal. Model estimasi dibangun menggunakan data yang lengkap, di mana nilai dari variabel target digunakan sebagai acuan untuk prediksi. Kemudian, pada proses berikutnya, nilai variabel target diestimasi berdasarkan variabel prediktor.

c. Prediksi

Prediksi memiliki kemiripan dengan klasifikasi dan estimasi, namun fokusnya adalah memperkirakan nilai di masa depan. Berbagai metode yang digunakan dalam klasifikasi dan estimasi dapat diaplikasikan untuk prediksi, asalkan sesuai dengan konteksnya.

d. Klasifikasi

Dalam klasifikasi, variabel target berbentuk kategori. Contohnya, pengelompokan tingkat pendapatan menjadi tiga kategori: tinggi, sedang, dan rendah.

e. Clustering

Clustering adalah proses mengelompokkan data berdasarkan kemiripan karakteristik, membentuk kelompok atau klaster yang anggotanya memiliki kesamaan satu sama lain, namun berbeda dengan anggota klaster lain. Berbeda dengan klasifikasi, clustering tidak memiliki variabel target. Algoritma clustering membagi data menjadi kelompok yang homogen, di mana kemiripan dalam satu klaster dimaksimalkan, sedangkan kemiripan dengan klaster lain diminimalkan.

f. Asosiasi

Tugas asosiasi dalam data mining bertujuan mengidentifikasi keterkaitan antar atribut yang muncul secara bersamaan. Salah satu penerapan asosiasi adalah analisis keranjang belanja (market basket analysis), yang bertujuan menemukan pola pembelian produk yang sering muncul bersamaan.

Dari berbagai teknik tersebut, clustering menjadi salah satu metode yang paling relevan dalam menentukan strategi promosi sekolah karena dapat membantu mengidentifikasi pola pendaftaran siswa berdasarkan berbagai karakteristik, seperti lokasi tempat tinggal, minat jurusan, dan latar belakang ekonomi.

2.2. Knowledge Discovery in Database (KDD)

Proses Knowledge Discovery in Database (KDD) diperkenalkan oleh Fayyad et al. pada tahun 1996. Metode ini adalah metode yang menggunakan teknik data mining untuk mengekstraksi pengetahuan berdasarkan ukuran dan ambang batas tertentu dalam basis data dengan menggunakan proses preprocessing, pengambilan sampel atau transformasi data. Istilah KDD dan data mining sering digunakan untuk

proses pengambilan informasi yang tersembunyi dalam database yang besar. Konsep kedua istilah ini berbeda tapi selalu berkaitan satu sama lain karena data mining merupakan salah satu tahapan proses KDD (Rahmah et al., 2022). Proses KDD adalah proses yang berulang dan interaktif dengan langkah- langkah sebagai berikut (U. C et al., 2023):

1. Data Selection

Tahap pertama adalah pemilihan data yang relevan dari sekumpulan data mentah yang tersedia. Proses ini bertujuan untuk menyaring data pokok yang dianggap penting dan mendukung tujuan analisis. Data yang telah diseleksi nantinya akan digunakan dalam proses data mining. Selain itu, data hasil seleksi ini umumnya disimpan secara terpisah dari sistem basis data operasional.

2. Pre-processing / Cleaning

Sebelum data dapat dianalisis lebih lanjut, perlu dilakukan proses pembersihan data untuk mengatasi permasalahan seperti data yang hilang, duplikasi data, ketidaksesuaian format, dan memeriksa inkonsistensi dalam data. Tahapan ini penting karena kualitas data sangat memengaruhi akurasi hasil data mining. Dengan pembersihan yang tepat, data menjadi valid, konsisten, dan siap dianalisis lebih lanjut.

3. Transformation

Transformasi data melibatkan proses perubahan atau konversi data ke dalam format yang sesuai dengan kebutuhan analisis. Tahapan ini juga dikenal dengan istilah coding, di mana data yang telah dipilih dan dibersihkan akan diubah ke dalam struktur baru yang lebih cocok untuk proses data mining.

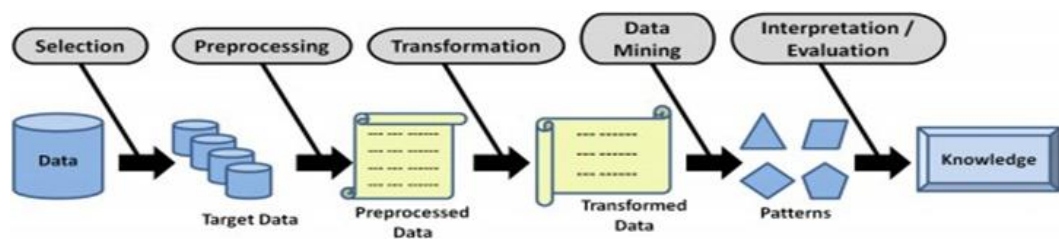
Proses ini sangat bergantung pada jenis informasi atau pola yang ingin diidentifikasi, sehingga perlu disesuaikan dengan metode analisis yang akan digunakan.

4. Data Mining

Data mining adalah proses inti dalam KDD yang bertujuan untuk menemukan pola tersembunyi, hubungan, atau informasi yang signifikan dari data. Berbagai teknik, metode, dan algoritma dapat digunakan dalam tahap ini, seperti klasifikasi, clustering, asosiasi, dan sebagainya. Pemilihan algoritma yang tepat sangat bergantung pada tujuan akhir dan karakteristik data yang dianalisis.

5. Interpretation / Evaluation

Tahap ini merupakan proses peninjauan terhadap pola atau informasi yang dihasilkan dari proses data mining. Hasil yang ditemukan perlu dievaluasi untuk menentukan apakah benar-benar bermakna dan sesuai dengan konteks permasalahan yang diteliti. Selain itu, hasil juga harus divalidasi agar tidak bertentangan dengan hipotesis awal atau fakta yang telah diketahui sebelumnya. Tujuannya adalah memastikan bahwa pengetahuan yang dihasilkan dapat diterima dan digunakan secara efektif.



Gambar 2.1. Proses *Knowledge Discovery in Database*

Sumber: link.springer.com

2.3. K-Medoids

Algoritma Partition Around Medoids (PAM) atau dikenal juga dengan K-Medoids dikembangkan oleh Leonard Kaufman dan Peter J. Rousseeuw pada tahun 1987. Algoritma PAM termasuk metode partitioning clustering untuk mengelompokkan sekumpulan n objek menjadi sekumpulan k cluster. Representasi cluster pada PAM adalah objek dari sekumpulan objek yang mewakili cluster, disebut medoid. Beberapa langkah-langkah dalam perhitungan algoritma K-Medoids sebagai berikut (Hardiyanti et al., 2019):

1. Inisialisasi pusat cluster sebanyak k (jumlah cluster)
2. Alokasikan setiap data (objek) ke cluster terdekat menggunakan persamaan ukuran jarak Euclidian Distance dengan persamaan:

$$d_{euc}(x_{ij}, c_{kj}) = \sqrt{\sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n (x_{ij} - c_{kj})^2} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

- $d_{euc}(x_{ij}, c_{kj})$ = Jarak Euclidian Distance antara pengamatan ke- i variable ke- j ke pusat cluster ke- k pada variabel ke- j ,
- x_{ij} = objek pada pengamatan ke- i pada variabel ke- j ,
- c_{kj} = pusat kelompok ke- k pada variabel ke- j ,
- p = banyaknya variabel yang diamati,
- n = banyak pengamatan yang diamati.

3. Pilih secara acak objek pada masing-masing cluster sebagai kandidat medoid baru.
4. Hitung jarak setiap objek yang berada pada masing-masing cluster dengan kandidat medoids baru dengan menggunakan rumus Euclidian Distance diatas.

5. Hitung total simpangan (S) dengan menghitung nilai total distance baru – total distance lama. Jika $S < 0$, maka tukar objek dengan data cluster untuk membentuk sekumpulan k objek baru sebagai medoids.
6. Ulangi langkah 3 sampai 5 hingga tidak terjadi perubahan medoids, sehingga didapatkan cluster beserta anggota cluster masing-masing.

2.3.1. Elbow Method

Elbow Method adalah pendekatan visual yang digunakan untuk membantu menentukan jumlah kluster optimal dalam algoritma pengelompokan seperti k -means & k -medoids (Sofia, 2023). Tujuannya adalah untuk mencari titik di grafik di mana penurunan variansi dalam kluster tampak seperti "siku" atau "siku tangan," yang secara intuitif mewakili titik di mana penambahan kluster lebih lanjut tidak memberikan manfaat yang signifikan dalam menjelaskan variasi dalam data. Berikut adalah teori dasar tentang Elbow Method (Wala et al., 2024):

1. Variansi dalam Kluster: Saat kita melakukan k -medoids atau algoritma pengelompokan lainnya, kita mencoba untuk mengelompokkan titik-titik data ke dalam kluster yang memiliki variasi rendah dalam kluster itu sendiri. Dengan kata lain, kita ingin masing-masing kluster memiliki titik-titik yang saling dekat satu sama lain dalam ruang fitur.
2. Penjelasan Variansi: Ketika kita meningkatkan jumlah kluster, biasanya variasi dalam kluster akan menurun, karena ada lebih banyak kluster untuk "memecah" data menjadi kelompok yang lebih kecil. Namun, pada suatu titik, penurunan variansi tersebut akan berkurang secara signifikan.

3. Titik Elbow: Ide di balik Elbow Method adalah mencari titik di grafik yang menunjukkan penurunan variansi yang tajam dan tiba-tiba. Secara visual, jika Anda menggambarkan jumlah klaster pada sumbu x dan total variansi (misalnya, inertia dalam k-medoids) pada sumbu y, titik di mana kurva cenderung membentuk "siku" atau "siku tangan" adalah titik elbow.
4. Pemilihan Jumlah klaster: Titik elbow ini dianggap sebagai indikasi jumlah klaster yang optimal. Meskipun penurunan variansi akan terus berlanjut setelah titik elbow, kenaikan ini mungkin tidak sebanding lagi dengan manfaatnya dalam memahami struktur data.
5. Keterbatasan: Meskipun metode ini dapat memberikan panduan yang berguna, menentukan titik elbow kadang-kadang tidak selalu jelas. Terkadang, grafik tidak memiliki titik elbow yang jelas, atau ada beberapa titik yang memungkinkan. Selain itu, Elbow Method tidak selalu efektif dalam situasi di mana klaster tidak terlalu teratur atau data memiliki struktur yang kompleks.

2.3.2. Silhouette Score

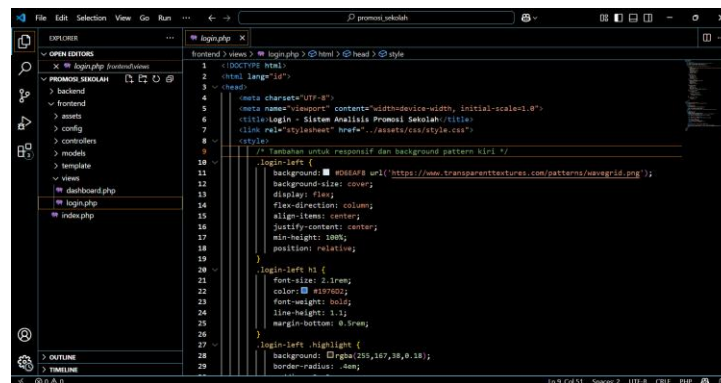
Silhouette Score adalah evaluasi untuk mengetahui seberapa dekat relasi antara objek dalam sebuah cluster dan seberapa jauh sebuah cluster terpisah dengan cluster lain. Ini membantu dalam penentuan seberapa baik klastering telah dilakukan dan membantu memilih jumlah klaster yang optimal dalam algoritma seperti k-medoids. Berikut adalah teori dasar tentang Silhouette Score (Shutaywi & Kachouie, 2021):

1. Jarak Intra-klaster (a): Jarak antara titik data dan semua titik lain dalam klaster yang sama diukur dan rata-ratakan. Semakin rendah jarak ini, semakin baik karena menunjukkan bahwa titik data lebih dekat dengan anggota klaster lainnya.
2. Jarak Rata-rata antar-klaster (b): Jarak antara titik data dan semua titik dalam klaster lain diukur dan rata-ratakan. Ini dilakukan untuk semua klaster lainnya kecuali klaster tempat titik tersebut berada.
3. Silhouette Coefficient (s): Silhouette Coefficient dihitung sebagai $(b - a) / \max(a, b)$. Skor ini berkisar dari -1 hingga 1. Semakin dekat ke 1, semakin baik, menunjukkan bahwa titik data secara signifikan lebih dekat ke klaster tempat itu berada daripada klaster lain. Nilai negatif menunjukkan bahwa titik data mungkin seharusnya ditempatkan di klaster lain.
4. Interpretasi Skor: Jika skor mendekati 1, maka klastering dianggap baik, dengan titik data lebih dekat dengan klaster tempat mereka berada daripada klaster lainnya. Jika skor mendekati 0, maka titik data mungkin berada di dekat batas antara dua klaster, atau data memiliki overlap yang signifikan di antara klaster. Jika skor mendekati -1, maka klastering mungkin tidak efektif, dan titik data cenderung lebih dekat dengan klaster lainnya.
5. Pemilihan Jumlah Klaster: Silhouette Score sering digunakan untuk memilih jumlah klaster yang optimal. Nilai tertinggi atau paling mendekati 1 menunjukkan jumlah klaster yang lebih baik. Namun, ini juga harus digunakan bersamaan dengan pertimbangan lain, seperti intuisi domain, analisis visual, dan metrik evaluasi lainnya.

6. Keterbatasan: Meskipun Silhouette Score dapat memberikan wawasan yang berharga, itu juga memiliki keterbatasan. Misalnya, skor ini cenderung memberikan hasil yang lebih baik untuk kluster yang berbentuk bulat dan memiliki ukuran yang seragam. Dalam kasus kluster yang tidak beraturan atau ukuran kluster yang bervariasi, interpretasi skor mungkin lebih sulit (Mulyani et al., 2023).

2.4. Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) merupakan aplikasi editor teks yang ringan dan serbaguna, diciptakan oleh Microsoft untuk berbagai sistem operasi. Editor ini mendukung berbagai bahasa pemrograman seperti JavaScript, TypeScript, dan Node.js, serta bahasa lainnya melalui plugin yang dapat ditambahkan melalui marketplace Visual Studio Code (Firnando et al., 2023; Romzi & Kurniawan, 2020a).



Gambar 2.2. Tampilan Teks Editor VsCode

VS Code menawarkan berbagai fitur seperti Intellisense, integrasi Git, debugging, dan ekstensi. Fitur-fitur ini terus diperbarui dan dikembangkan seiring dengan rilis versi baru Visual Studio Code yang dilakukan secara rutin setiap bulan. Salah satu keunggulan lain dari VS Code adalah kode sumbernya yang terbuka dan

dapat diakses melalui Github. Hal ini membuat VS Code menjadi pilihan favorit para pengembang aplikasi, karena mereka dapat berkontribusi dalam pengembangan VS Code di masa depan (Mshvidobadze, 2021a).

2.5. HTML

HTML (*Hyper Text Markup Language*) merupakan bahasa markup standar yang digunakan untuk merancang dan membangun halaman web. Bahasa ini berperan dalam menentukan struktur dasar dari suatu situs web, seperti membedakan bagian judul, isi, maupun tabel. Melalui penggunaan tag HTML, perancang web dapat menyusun elemen-elemen seperti judul, paragraf, daftar, gambar, dan tautan dengan cara yang sistematis agar dapat dikenali dan ditampilkan dengan benar oleh browser. Selain itu, HTML juga mendukung penambahan komponen interaktif seperti formulir dan tombol (Hariyanti, 2024).

2.6. PHP

PHP (*Hypertext Preprocessor*) adalah bahasa pemrograman yang digunakan secara luas untuk pengembangan aplikasi web, khususnya pada sisi server (*server-side scripting*). PHP memungkinkan pengembang untuk membuat halaman web yang dinamis dengan memproses data di server sebelum mengirimkannya ke browser pengguna (Hidayat et al., 2019). Dalam konteks pengembangan sistem informasi, PHP sangat populer karena kemudahan penggunaannya, dukungan komunitas yang besar, serta kompatibilitasnya dengan berbagai sistem manajemen basis data, seperti MySQL.

Menurut Ahmadar & Perwito, (2021), PHP memiliki beberapa keunggulan utama, seperti sintaks yang sederhana, integrasi yang mudah dengan HTML, dan kemampuan untuk menangani berbagai macam protokol. Selain itu, PHP mendukung berbagai ekstensi yang memungkinkan pengembang untuk memperluas fungsionalitas aplikasi, termasuk dalam implementasi algoritma seperti K-Medoids untuk proses clustering.

2.7. Python

Python merupakan sebuah bahasa pemrograman yang biasanya digunakan pada saat akan membuat sebuah aplikasi berbasis website. Python bersifat interpretatif dengan banyak fungsi yang dapat dijalankan yang memiliki filosofi perancangan yang mengacu pada level keterbacaan kode. Python sendiri juga dapat dikatakan sebagai bahasa pemrograman yang dapat menyatukan kemampuan serta kapabilitas dengan formula kode yang sangat jelas dan juga memiliki sebuah fungsionalitas pustaka standar yang cukup banyak dan bersifat menyeluruh (Mshvidobadze, 2021b).

Pemrograman berbasis python adalah bersifat open-source yang berarti bersifat umum dan dapat dikembangkan oleh siapa pun. Python diinterpretasikan sebagai bahasa tingkat tinggi yang justru menyederhanakan pemrograman yang berorientasi objek melalui pendekatannya. Python merupakan bahasa pemrograman yang paling relevan digunakan untuk para ilmuwan data untuk berbagai aplikasi ilmu data, dan juga memiliki fungsionalitas yang sangat baik untuk menangani matematika, statistik, dan fungsi ilmiah. Salah satu alasan utama mengapa python banyak digunakan di penelitian adalah karena kemudahan penggunaan dan

sintaksisnya yang sederhana yang membuatnya mudah untuk beradaptasi bagi orang yang tidak memiliki latar belakang Teknik (Romzi & Kurniawan, 2020b).



Gambar 2.3. Logo Python

Sumber: en.m.wikipedia.org

2.8. MySQL

MySQL adalah RDBMS yang cepat dan mudah digunakan, serta sudah banyak dipakai untuk berbagai kebutuhan. MySQL dikembangkan oleh MySQL AB Swedia. Hampir sebagian besar aplikasi website yang ada di internet dikembangkan menggunakan MySQL dan bahasa pemrograman lainnya, seperti PHP. Sistem database MySQL mendukung beberapa fitur seperti *multithreaded*, *multiuser* dan *SQL Database Management System* (DBMS) (Naldo et al., 2021).

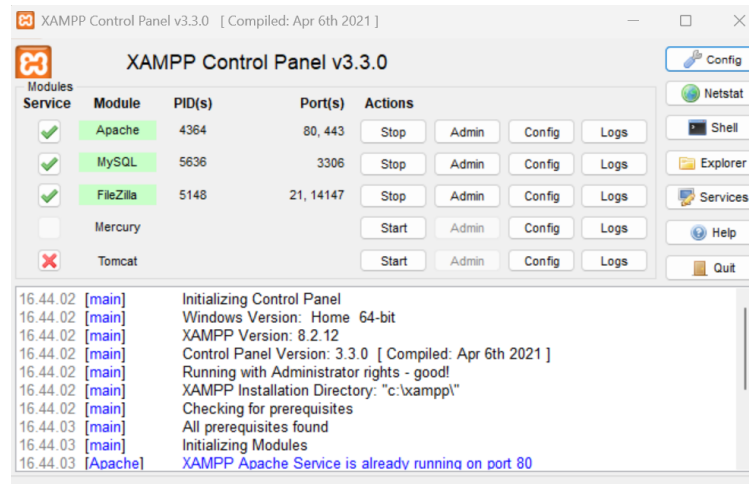
Menurut Hidayat dkk., (2019) MySQL adalah sebuah implementasi dari sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) yang didistribusikan secara gratis dibawah lisensi GPL (*General Public License*). Setiap pengguna dapat secara bebas menggunakan MySQL, namun dengan batasan perangkat lunak tersebut tidak boleh dijadikan produk turunan yang bersifat komersial.

Berikut ini hal-hal yang menyebabkan MySQL menjadi begitu populer (Ari Nurjani et al., 2021):

1. Berlisensi open-source, sehingga kita dapat menggunakannya secara gratis.
2. Merupakan program yang powerful dan menyediakan fitur yang lengkap.
3. Menggunakan bentuk standar bahasa data SQL.
4. Dapat bekerja dengan banyak sistem operasi dan dengan bahasa- bahasa pemrograman, seperti PHP, PERL, C, C++, JAVA, dan lain- lain.
5. Bekerja dengan cepat dan baik, bahkan dengan data set yang banyak.
6. Sangat mudah digunakan dengan PHP untuk pengembangan aplikasi web.
7. Mendukung banyak database, sampai 50 juta baris atau lebih dalam suatu tabel.
8. Dapat dikustomisasi sesuai dengan keinginan kita.

2.9. XAMPP

XAMPP adalah perangkat lunak bebas, yang mendukung banyak sistem operasi. Fungsinya adalah sebagai server yang berdiri sendiri (*localhost*), yang terdiri atas program Apache HTTP Server, MySQL database, dan penerjemah bahasa yang ditulis dengan bahasa pemrograman PHP dan Perl. Nama XAMPP merupakan singkatan dari X (empat sistem operasi apapun), Apache, MySQL, PHP dan Perl. Program ini tersedia dalam GNU (*General Public License*) dan bebas, mudah digunakan, dan dapat melayani tampilan halaman web yang dinamis. Selain itu, XAMPP 100% open source, tersedia bebas dan legal (Hartiwati, 2022).



Gambar 2.4. Tampilan XAMPP

2.10. Strategi Promosi

Strategi promosi adalah serangkaian upaya yang dilakukan oleh perusahaan, organisasi, atau individu untuk meningkatkan kesadaran, menarik minat, dan mendorong tindakan dari target pasar terhadap produk atau layanan yang ditawarkan. Strategi ini bertujuan untuk meningkatkan penjualan, membangun loyalitas pelanggan, serta memperkuat citra merek di pasar (Lestari & Saifuddin, 2020).

Adapun jenis-jenis promosi adalah sebagai berikut (Ningsih & Hidayat Rusno, n.d.):

1. Iklan (*Advertising*)

Iklan merupakan strategi promosi yang memanfaatkan berbagai media untuk meningkatkan kesadaran terhadap suatu produk atau layanan. Dengan iklan, perusahaan dapat menjangkau audiens yang lebih luas melalui televisi, radio, media cetak, dan platform digital seperti media sosial atau Google Ads. Iklan yang efektif harus menarik perhatian, relevan, dan persuasif.

2. Promosi Penjualan (*Sales Promotion*)

Promosi penjualan adalah strategi yang memberikan insentif dalam jangka pendek guna meningkatkan pembelian. Metode ini mencakup diskon, cashback, program bundling, serta pemberian kupon atau sampel gratis. Tujuan utama promosi ini adalah mendorong konsumen untuk segera membeli produk dan meningkatkan loyalitas terhadap merek tertentu.

3. Pemasaran Digital (*Digital Marketing*)

Pemasaran digital memanfaatkan internet dan teknologi digital untuk menjangkau konsumen. Strategi ini mencakup SEO, SEM, content marketing, email marketing, serta pemasaran melalui media sosial. Dengan pendekatan yang tepat, digital marketing memungkinkan perusahaan untuk berinteraksi secara langsung dengan pelanggan dan meningkatkan efektivitas komunikasi pemasaran.

4. Hubungan Masyarakat (*Public Relations - PR*)

Public relations (PR) berperan dalam membangun dan mempertahankan citra positif perusahaan di mata publik. Strategi ini mencakup konferensi pers, sponsorship, kegiatan *Corporate Social Responsibility* (CSR), serta event perusahaan. PR yang efektif dapat meningkatkan kepercayaan masyarakat dan memperkuat hubungan dengan pelanggan, mitra bisnis, serta media.

5. Pemasaran Langsung (*Direct Marketing*)

Pemasaran langsung melibatkan komunikasi tanpa perantara dengan calon pelanggan melalui email, SMS, katalog, atau telemarketing. Strategi ini memungkinkan perusahaan menjangkau konsumen secara personal dan menawarkan produk yang sesuai dengan kebutuhan mereka. Keuntungan

utama direct marketing adalah efektivitas biaya dan kemampuannya membangun interaksi yang lebih dekat dengan pelanggan.

6. Pemasaran dari Mulut ke Mulut (*Word of Mouth Marketing* - WOMM)

Pemasaran dari mulut ke mulut mengandalkan rekomendasi pelanggan untuk memperkenalkan produk atau layanan. Konsumen cenderung lebih percaya terhadap testimoni dari orang-orang di sekitar mereka dibandingkan iklan biasa. Metode ini sering digunakan melalui referral program, review online, dan strategi viral marketing di media sosial.

2.11. Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini:

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

No.	Penulis & Tahun	Judul	Hasil
1.	(Rahmah et al., 2022)	Penerapan Algoritma K-Medoids Clustering Untuk Menentukan Strategi Promosi Pada Data Mahasiswa (Studi Kasus : Stikes Perintis Padang)	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma K-Medoids efektif dalam mengelompokkan data mahasiswa STIKES Perintis Padang (2014-2018) dengan 724 record. Data mencakup atribut seperti NIM, kota asal, asal sekolah, masa studi, program studi, dan IPK. Dari analisis tersebut, terbentuk empat cluster: Cluster 1 terdiri dari 221 mahasiswa asal Kerinci dengan rata-rata IPK 3,30; Cluster 2 terdiri dari 121 mahasiswa asal Padang dengan rata-rata IPK 3,31; Cluster 3 terdiri dari 162 mahasiswa asal Agam dengan rata-rata IPK 3,32; dan Cluster 4 terdiri dari 220 mahasiswa asal Bukittinggi dengan rata-rata IPK 3,30. Keempat cluster ini

			memberikan wawasan untuk merumuskan strategi promosi yang lebih efektif di daerah-daerah dengan potensi tinggi seperti Kerinci, Agam, Padang, dan Bukittinggi
2.	(Kaligis & Yulianto, 2022)	ANALISA PERBANDINGAN ALGORITMA K-MEANS, K-MEDOIDS, DAN X-MEANS UNTUK PENGELOMPOKKAN KINERJA PEGAWAI (Studi Kasus: Sekretariat DPRD Provinsi Sulawesi Utara)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari ketiga algoritma clustering yang diuji, yaitu K-Means, K-Medoids, dan X-Means, algoritma K-Means memiliki performa terbaik berdasarkan evaluasi menggunakan indeks Davies Bouldin Index (DBI). Nilai DBI untuk K-Means adalah - 0.377, yang merupakan nilai terendah di antara ketiga algoritma tersebut, menunjukkan bahwa K-Means paling optimal dalam mengelompokkan data kinerja pegawai. Hal ini mengindikasikan bahwa K-Means lebih cocok digunakan untuk pengelompokan data kinerja pegawai di Sekretariat DPRD Sulawesi Utara.
3.	(Hardiyanti et al., 2019)	PENERAPAN METODE K-MEDOIDS CLUSTERING PADA PENANGANAN KASUS DIARE DI INDONESIA	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses clustering kasus diare di Indonesia tahun 2017 menggunakan algoritma K-Medoids menghasilkan dua cluster utama berdasarkan tingkat kasus penanganan. Cluster pertama terdiri dari 31 provinsi dengan tingkat kasus diare yang rendah, sedangkan cluster kedua terdiri dari 3 provinsi (Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur) yang memiliki tingkat kasus tinggi. Analisis jarak dan proses pengelompokan dilakukan secara manual dan menggunakan software

			RapidMiner, dengan hasil yang konsisten di kedua metode.
4.	(Nasari & Am, 2023)	Implementasi K-Medoids Clustering Dalam Pengelompokan Harga 8 Jenis Minyak Goreng	Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode clustering menggunakan algoritma k-medoids berhasil mengelompokkan harga minyak goreng dari berbagai jenis di Indonesia dengan hasil terbaik pada model yang terdiri dari 2 cluster. Indeks Davies-Bouldin (DBI) untuk model ini adalah 0.000, yang menunjukkan kualitas pengelompokan yang sangat baik. Dalam pengelompokan tersebut, minyak zaitun termasuk dalam kelompok dengan harga tertinggi, sementara jenis minyak lainnya memiliki harga yang relatif sama dan tergolong dalam kelompok harga yang lebih rendah. Selain itu, penelitian juga menemukan bahwa model dengan jumlah cluster yang berbeda (3, 4, dan 5) menghasilkan distribusi item yang berbeda pula, namun model 2 cluster tetap menjadi yang paling optimal berdasarkan nilai DBI terendah.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

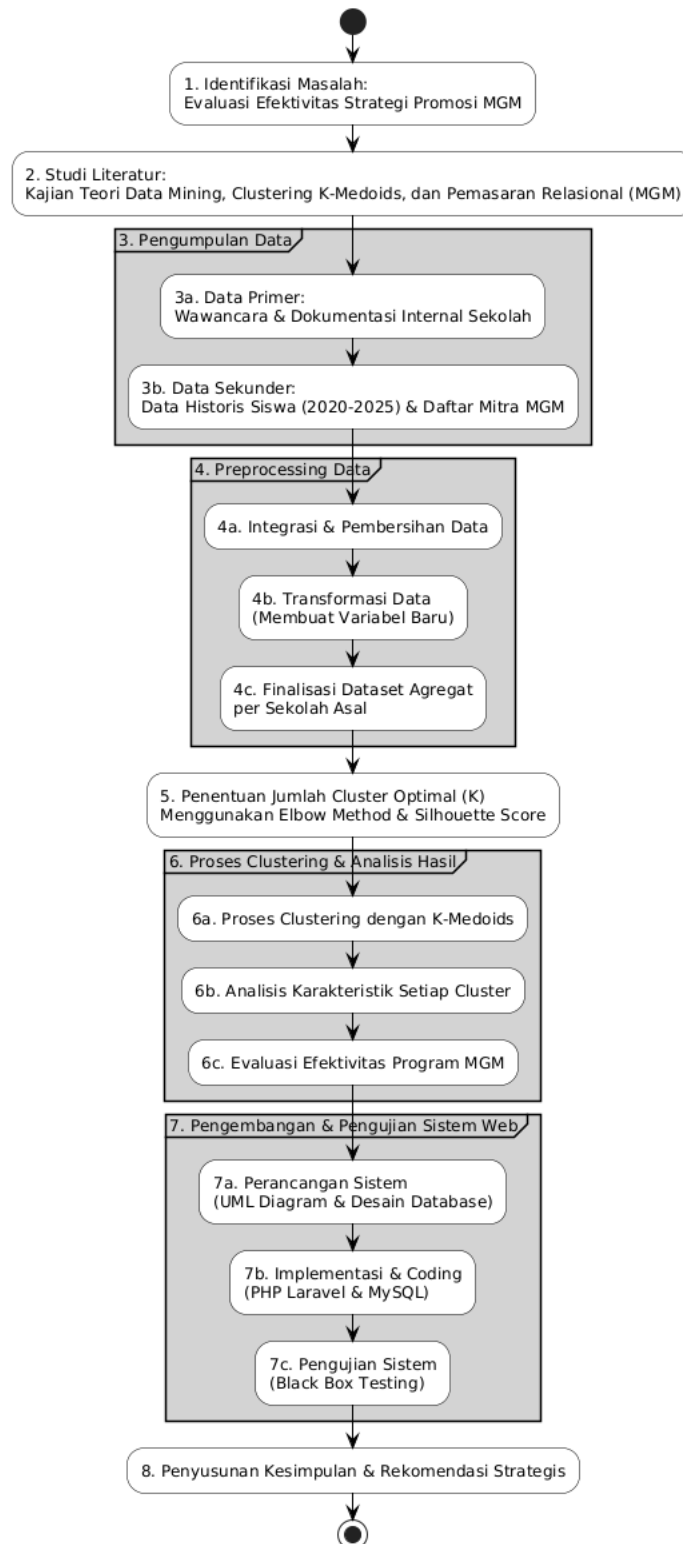
3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan *data mining* yang bertujuan untuk menganalisis data sekolah asal siswa di SMK Bina Satria. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode *Clustering*, khususnya algoritma K-Medoids, guna mengelompokkan sekolah-sekolah tersebut berdasarkan karakteristik kontribusinya. Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian ini berfokus pada pengumpulan, pengolahan, dan analisis data numerik seperti jumlah total siswa yang berkontribusi dan status keikutsertaan dalam program *Member Get Member* (MGM) untuk menemukan pola atau segmen tertentu. Hasil dari pengelompokan ini akan dijadikan dasar dalam mengevaluasi efektivitas dan menyusun rekomendasi strategi promosi yang lebih terarah, terutama yang berkaitan dengan program MGM.

3.2. Alur Penelitian

Flowchart berikut menggambarkan tahapan utama yang dilakukan dalam penelitian ini. Penelitian bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi efektivitas strategi promosi, khususnya program *Member Get Member* (MGM), dengan menerapkan metode *clustering* K-Medoids. Alur penelitian dirancang secara sistematis, dimulai dari identifikasi masalah yang spesifik, studi literatur yang relevan, pengumpulan dan pemrosesan data sekolah asal, penentuan jumlah

cluster yang optimal, penerapan algoritma K-Medoids, hingga analisis hasil untuk menyusun kesimpulan dan rekomendasi strategis bagi SMK Bina Satria.



Gambar 3.1. Flowchart Alur Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Tahap ini merupakan fondasi penelitian yang berasal dari tantangan nyata yang dihadapi oleh SMK Bina Satria dalam menghadapi persaingan dengan SMK Negeri, terutama dalam hal penerimaan siswa baru. Berdasarkan data rekapitulasi penerimaan siswa dari 5 tahun terakhir, jumlah siswa yang masuk cenderung menurun, yakni:

Tabel 3.1. Total Siswa yang Masuk per Tahun

2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024	2024-2025	Total
460 siswa	452 siswa	458 siswa	436 siswa	423 siswa	2.229 siswa

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kontribusi sekolah mitra MGM dibandingkan jalur promosi lain secara kuantitatif. Dengan demikian, pihak sekolah dapat merumuskan strategi promosi yang lebih tepat sasaran dan berbasis data,

2. Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan dan pengkajian landasan teori yang relevan untuk mendukung penelitian. Fokus utama studi literatur meliputi :

- a. *Data Mining* dan *Knowledge Discovery in Database* (KDD): Memahami konsep dasar penggalian pola-pola tersembunyi yang bermakna dari kumpulan data besar, yang menjadi payung metodologi penelitian ini.
- b. *Clustering* dan Algoritma K-Medoids: Mendalami teknik *clustering* sebagai metode pengelompokan data berdasarkan kemiripan karakteristik tanpa adanya variabel target. Algoritma K-Medoids dipilih karena keunggulannya dalam menangani data dengan *outlier* serta menghasilkan klaster yang lebih stabil. Algoritma ini menggunakan titik data aktual sebagai pusat *cluster* (medoid), sehingga hasil pengelompokan menjadi lebih representatif dan lebih mudah diinterpretasikan.

- c. Metode Evaluasi *Cluster*: Mempelajari teknik Elbow Method untuk membantu menentukan jumlah kluster optimal secara visual dan Silhouette Score untuk validasi kuantitatif terhadap kualitas *cluster* yang terbentuk dengan mengukur seberapa dekat relasi objek dalam sebuah *cluster* dan seberapa jauh sebuah *cluster* terpisah dari yang lain.
- d. Strategi Promosi: Mengkaji teori-teori strategi promosi, khususnya Pemasaran *Member Get Member* yang menjadi dasar dari implementasi program MGM karena mengandalkan rekomendasi dari pelanggan.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui dua pendekatan untuk mendapatkan informasi yang komprehensif

a. Data Primer

Diperoleh melalui wawancara langsung dengan pihak manajemen SMK Bina Satria serta studi dokumentasi internal. Tujuannya adalah untuk memahami secara detail mekanisme program MGM, termasuk rincian insentif yang diberikan (Rp50.000 per siswa dari sekolah mitra dan Rp25.000 untuk individu) , dan mendapatkan daftar resmi sekolah-sekolah yang menjadi mitra MGM, seperti SMP Negeri 38 Medan, SMP Swasta PGRI 3 Medan, dan lainnya.

b. Data Sekunder

Merupakan data inti untuk analisis, yaitu data historis penerimaan siswa baru dari tahun ajaran 2020-2021 hingga 2024-2025 yang dikelompokkan berdasarkan sekolah asal. Data ini bersumber dari dokumen rekapitulasi sekolah yang telah disediakan.

4. Preprocessing Data

Tahap ini krusial untuk mengubah data mentah menjadi dataset yang bersih dan siap untuk dianalisis oleh algoritma *clustering*.

a. Integrasi & Pembersihan Data

Menggabungkan data historis jumlah siswa dari semua sekolah asal dengan daftar sekolah mitra MGM. Proses ini juga mencakup pembersihan data, seperti menangani nama sekolah yang tidak konsisten.

b. Transformasi Data

Membuat variabel-variabel baru yang akan menjadi atribut *clustering*. Variabel kunci yang dibentuk adalah Status_MGM (dikodekan secara numerik, misal: 1 untuk mitra, 0 untuk non-mitra), Total_Kontribusi_Siswa (jumlah total siswa dari satu sekolah selama 5 tahun), dan Rata_Rata_Kontribusi_Tahunan.

c. Finalisasi Dataset Agregat

Membentuk satu dataset akhir di mana setiap baris data mewakili satu sekolah asal beserta atribut-atribut numerik yang telah ditransformasi, yang akan menjadi input untuk proses *clustering*.

5. Penentuan Jumlah Cluster

Sebelum menjalankan algoritma K-Medoids, dilakukan analisis untuk menentukan jumlah *cluster* (K) yang paling ideal agar hasil pengelompokan menjadi bermakna.

a. Analisis *Elbow Method*

Metode ini dilakukan dengan membuat plot grafik antara jumlah K dan nilai *inertia* (total jarak dalam *cluster*). Titik "siku" (elbow) pada grafik, di mana

penurunan nilai *inertia* mulai melandai, diidentifikasi sebagai kandidat jumlah *cluster* yang optimal.

b. Analisis *Silhouette Score*

Metode ini digunakan untuk memvalidasi pilihan K. *Silhouette Score* mengukur seberapa baik sebuah objek (sekolah) dikelompokkan dengan anggota *cluster*-nya sendiri dibandingkan dengan *cluster* lain. Nilai yang mendekati +1 menandakan struktur *cluster* yang baik dan padat.

6. Proses *Clustering* dan Analisis Hasil

Tahap ini merupakan inti dari analisis data, di mana data yang telah disiapkan diolah untuk menghasilkan wawasan.

a. Proses

Clustering dengan K-Medoids: Dataset agregat sekolah asal dianalisis menggunakan algoritma K-Medoids untuk mengelompokkan sekolah-sekolah dengan karakteristik serupa ke dalam *cluster* yang sama hingga konfigurasi paling optimal tercapai.

b. Analisis Karakteristik Setiap *Cluster*

Setiap *cluster* yang terbentuk dianalisis profilnya dengan melihat rata-rata nilai atribut dari anggota-anggotanya. Dari sini, dibuat label deskriptif seperti "Cluster Mitra MGM Kontributor Tinggi" atau "Cluster Non-Mitra Potensial".

c. Evaluasi Efektifitas Program MGM

Dengan membandingkan profil antar *cluster*, terutama antara *cluster* yang didominasi sekolah MGM dan non-MGM, efektivitas program dapat dinilai secara kuantitatif untuk menjawab rumusan masalah.

7. Pengembangan dan Pengujian Sistem *Website*

Berdasarkan metodologi dan hasil analisis, dibangun sebuah aplikasi berbasis web sebagai alat bantu bagi sekolah.

a. Perancangan Sistem

Merancang arsitektur sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) yang mencakup *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, dan *Class Diagram* untuk menggambarkan fungsionalitas dan interaksi sistem. Selain itu, dilakukan perancangan basis data relasional menggunakan MySQL.

b. Implementasi dan Koding

Mengembangkan sistem berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP. Visual Studio Code digunakan sebagai editor teks utama untuk penulisan kode.

c. Pengujian Sistem

Melakukan pengujian fungsionalitas sistem menggunakan metode Black Box Testing. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap fitur, seperti input data, proses *clustering*, dan visualisasi hasil, berjalan sesuai dengan rancangan tanpa perlu mengetahui struktur kode internalnya.

8. Penyusunan Kesimpulan dan Rekomendasi Strategis

Tahap akhir dari penelitian adalah menarik kesimpulan berdasarkan temuan dari analisis data dan hasil pengembangan sistem. Kesimpulan akan menjawab rumusan masalah secara langsung. Berdasarkan kesimpulan tersebut, akan dirumuskan rekomendasi strategis yang bersifat praktis dan dapat ditindaklanjuti oleh SMK Bina Satria untuk meningkatkan efektivitas program promosi mereka di masa mendatang.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang akurat, relevan, dan komprehensif sesuai dengan tujuan penelitian, digunakan beberapa teknik pengumpulan data yang sistematis. Setiap teknik memiliki peran spesifik dalam menyediakan data yang dibutuhkan untuk proses analisis *clustering*, evaluasi strategi promosi *Member Get Member* (MGM), serta pengembangan sistem berbasis web. Berikut adalah rincian metode yang digunakan

3.3.1. Studi Pustaka (Library Research)

Studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan landasan teoretis dan konseptual yang menjadi dasar penelitian ini. Kegiatan ini berfokus pada pengkajian sumber-sumber referensi seperti buku, jurnal ilmiah nasional dan internasional, serta penelitian terdahulu yang relevan.

3.3.2. Studi Lapangan (Field Research)

Studi lapangan dilakukan dengan terjun langsung ke lokasi penelitian, yaitu SMK Bina Satria, untuk mengumpulkan data primer dan sekunder yang spesifik mengenai objek penelitian. Metode ini dibagi menjadi dua teknik utama

a. Studi Dokumentasi

Teknik ini melibatkan pengumpulan, pencatatan, dan analisis dokumen-dokumen internal yang dimiliki oleh SMK Bina Satria. Studi dokumentasi merupakan metode utama untuk mendapatkan data kuantitatif yang akan menjadi input utama dalam proses *clustering*. Data yang dikumpulkan melalui teknik ini meliputi:

- i. Data Anggaran Promosi Tahunan (2020-2025): Rincian biaya untuk berbagai kegiatan promosi seperti pembuatan spanduk, pencetakan brosur, iklan media sosial, dan biaya transportasi promosi ke sekolah-sekolah.
- ii. Daftar Sekolah Mitra MGM: Daftar resmi sekolah-sekolah yang memiliki kerja sama *Member Get Member* (MGM) dengan SMK Bina Satria, seperti SMP Negeri 38 Medan, SMP Swasta PGRI 3 Medan, dan lainnya.
- iii. Data Historis Penerimaan Siswa (2020-2025):
 1. Rekapitulasi total siswa yang masuk per tahun ajaran beserta rincian per jurusan (TKJ, TKRO, TBSM, dll).
 2. Data detail jumlah siswa yang berasal dari setiap sekolah asal untuk setiap tahun ajaran, yang menjadi dataset utama penelitian.
 3. Rekapitulasi total kontribusi siswa dari setiap sekolah asal selama periode lima tahun.

b. Wawancara (*Interview*)

Teknik ini dilakukan melalui sesi tanya jawab secara langsung dan terstruktur dengan narasumber yang kompeten di SMK Bina Satria, seperti kepala sekolah atau tim manajemen yang bertanggung jawab atas kegiatan promosi. Wawancara bertujuan untuk mendapatkan data kualitatif yang tidak dapat diperoleh dari dokumen, serta untuk melakukan validasi dan konfirmasi data. Informasi utama yang digali melalui wawancara adalah:

- (1) Konfirmasi mengenai mekanisme, aturan, dan skema insentif dalam program MGM.
- (2) Konteks dan alasan di balik strategi promosi tertentu, misalnya alasan memberikan gratis biaya pendaftaran pada tahun-tahun tertentu.

- (3) Wawasan dan persepsi subjektif dari pihak sekolah mengenai efektivitas setiap jenis promosi yang telah dilakukan.

3.4. Alat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini, mulai dari analisis data hingga pengembangan aplikasi berbasis web, didukung oleh serangkaian perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Spesifikasi alat yang digunakan telah disesuaikan untuk dapat menangani proses komputasi data, pengkodean, dan pengujian sistem secara efisien.

3.4.1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu unit laptop dengan spesifikasi yang memadai untuk kebutuhan pengolahan data dan pengembangan aplikasi. Rincian spesifikasi perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2. Spesifikasi *Hardware*

No.	Komponen	Spesifikasi
1.	Merek & Tipe	ASUS VivoBook X415UA
2.	Prosesor	AMD Ryzen 5 5500U with Radeon Graphics
3.	RAM	8 GB DDR4
4.	Penyimpanan	477 GB SSD
5.	Sistem Operasi	Windows 11 Home

3.4.2. Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini memiliki fungsi yang beragam, mulai dari penyediaan lingkungan server lokal, penulisan kode, hingga manajemen basis data. Berikut adalah daftar perangkat lunak beserta fungsinya:

Tabel 3.3. *Software* dan Bahasa Pemrograman

No.	Nama Software	Fungsi
1.	XAMPP	Menyediakan server lokal (Apache, MySQL) untuk pengembangan web
2.	Visual Studio Code	Editor teks untuk penulisan dan pengembangan kode program
3.	PHP	Bahasa pemrograman untuk membangun sistem berbasis web
4.	MySQL	Sistem manajemen basis data untuk menyimpan dan mengelola data siswa
5.	Web Browser (Chrome)	Untuk mengakses dan menguji sistem web yang telah dibangun
6.	Javascript	Digunakan pada sisi klien (client-side) untuk membuat halaman web lebih interaktif dan dinamis. Fungsinya mencakup validasi form input, menampilkan notifikasi, dan meningkatkan pengalaman pengguna (user experience) secara keseluruhan.

3.5. Simulasi Perhitungan K-Medoids

Simulasi ini bertujuan untuk mendemonstrasikan bagaimana algoritma *K-Medoids* dapat menemukan pola alami dalam data kontribusi sekolah tanpa dipengaruhi oleh status kemitraan MGM. Dengan analisis ini, *clustering* akan fokus pada dua metrik kinerja utama: Jumlah Total Siswa dan Tahun Berkontribusi. Untuk simulasi, digunakan sampel 6 sekolah dari data penelitian. Dataset untuk perhitungan hanya terdiri dari dua variabel numerik.

Tabel 3.4. Dataset Simulasi

ID Sekolah	Asal Sekolah	Total_Siswa (x1)	Tahun_Kontribusi (x2)
S1	SMP Negeri 38 Medan	391	5
S2	SMP Swasta Al Hikmah	178	5
S3	SMP Swasta PGRI 3 Medan	195	5
S4	MTS Istiqlal	10	3
S5	SMP Negeri 43 Medan	54	5
S6	SMP Laksamana Martadinata	3	2

Dengan asumsi $K=2$, dua sekolah dipilih secara acak dari sampel sebagai medoid (pusat *cluster*) awal :

- Medoid 1 (M1) : Dipilih S1 (SMP Negeri 38 Medan) dengan data (391,5)
- Medoid 2 (M2) : Dipilih S2 (SMP Swasta Al Hikmah) dengan data (178,5)
- Medoid 3 (M3) : Dipilih S6 (SMP Laksamana Martadinata) dengan data (3,2)

Jarak dari setiap sekolah ke kedua medoid dihitung menggunakan *Euclidean Distance* dengan dua variabel.

$$D(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2} \dots\dots\dots(3.1)$$

Sebagai contoh, perhitungan jarak dari S3 (SMP Swasta PGRI 3 Medan) ke kedua Medoid :

- Jarak S3 ke M1 (S1) :

$$D(S3, M1) = \sqrt{(195 - 391)^2 + (5 - 5)^2}$$

$$D(S3, M1) = \sqrt{-196^2 + 0^2}$$

$$D(S3, M1) = \sqrt{38416}$$

$$D(S3, M1) = 196$$

b. Jarak S3 ke M2 (S2)

$$D(S3, M2) = \sqrt{(195 - 178)^2 + (5 - 5)^2}$$

$$D(S3, M2) = \sqrt{17^2 + 0^2}$$

$$D(S3, M2) = \sqrt{289}$$

$$D(S3, M2) = 17$$

c. Jarak S3 ke M3 (S6) :

$$D(S3, M3) = \sqrt{(195 - 3)^2 + (5 - 2)^2}$$

$$D(S3, M3) = \sqrt{192^2 + 3^2}$$

$$D(S3, M3) = \sqrt{36873}$$

$$D(S3, M3) = 192,02$$

Setiap sekolah dikelompokkan ke dalam *cluster* berdasarkan jarak terdekat ke medoid

Tabel 3.5. Tabel Pengelompokan Awal

ID Sekolah	Jarak ke M1 (S1)	Jarak ke M2 (S2)	Jarak ke M3 (S6)	Cluster Terdekat
S1	0.00	213.00	388.01	Cluster 1
S2	213.00	0.00	175.03	Cluster 2
S3	196.00	17.00	192.02	Cluster 2
S4	381.00	168.00	7.07	Cluster 3
S5	337.00	124.00	51.09	Cluster 3
S6	388.01	175.03	0.00	Cluster 3

Hasil pengelompokan awal adalah:

a. **Cluster 1:** {S1}

b. **Cluster 2 :** {S2, S3}

c. **Cluster 3:** {S4, S5, S6}

Algoritma akan terus mengulang proses perhitungan jarak dan memperbarui medoid hingga konfigurasi *cluster* menjadi stabil. Hasil akhir dari analisis dengan $K=3$ ini akan memberikan segmentasi yang lebih detail:

- a. *Cluster 1* (Kontributor Sangat Tinggi): Berisi sekolah dengan kontribusi siswa di level teratas.
- b. *Cluster 2* (Kontributor Menengah): Berisi sekolah-sekolah dengan kontribusi yang baik dan signifikan.
- c. *Cluster 3* (Kontributor Rendah): Berisi sekolah-sekolah dengan kontribusi yang paling kecil.

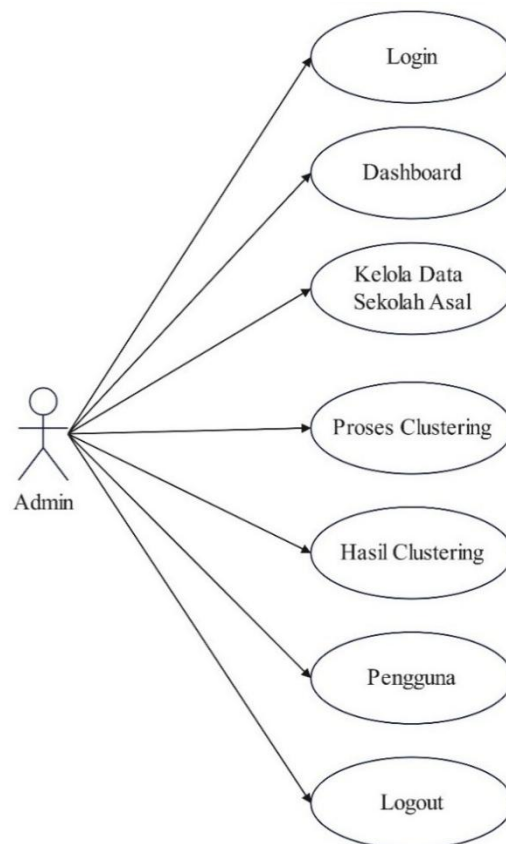
3.6. Desain Sistem

Pada tahap perancangan sistem, dilakukan pengembangan arsitektur untuk aplikasi berbasis web yang akan dibangun. Sistem ini dirancang secara spesifik untuk mengimplementasikan algoritma K-Medoids dengan tujuan utama mengelompokkan data sekolah asal berdasarkan profil kontribusinya. Hasil dari sistem ini akan menjadi alat bantu bagi manajemen SMK Bina Satria dalam menganalisis dan menyusun strategi promosi yang lebih efektif. Untuk memastikan sistem terstruktur dengan baik, perancangan ini menggunakan pendekatan berbasis model dengan *Unified Modeling Language* (UML).

Model-model yang digunakan meliputi *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram*, dan *Class Diagram*. Keempat model ini secara kolektif menggambarkan interaksi pengguna dengan sistem (fungsionalitas), alur kerja setiap proses, urutan interaksi antar komponen, serta struktur data dan kelas yang akan diimplementasikan.

3.6.1. Use Case Diagram

Dalam rancangan *Use Case Diagram* dibawah ini sistem analisis strategi promosi ini memiliki satu aktor utama yaitu Admin, yang memiliki akses penuh terhadap seluruh fungsionalitas sistem. Alur interaksi dimulai ketika Admin melakukan Login untuk masuk ke halaman Dashboard utama, yang kemudian memberikan akses ke fitur-fitur inti. Fungsi krusial dari sistem ini adalah kemampuan Admin untuk Mengelola Data Sekolah Asal, yang merupakan data dasar untuk analisis. Selanjutnya, Admin dapat menjalankan Proses *Clustering* untuk mengelompokkan data sekolah tersebut menggunakan metode K-Medoids dan melihat Hasil *Clustering* yang terbentuk. Selain fungsi analisis, Admin juga memiliki wewenang untuk mengelola akun Pengguna lain dan mengakhiri sesi dengan aman melalui fitur Logout.

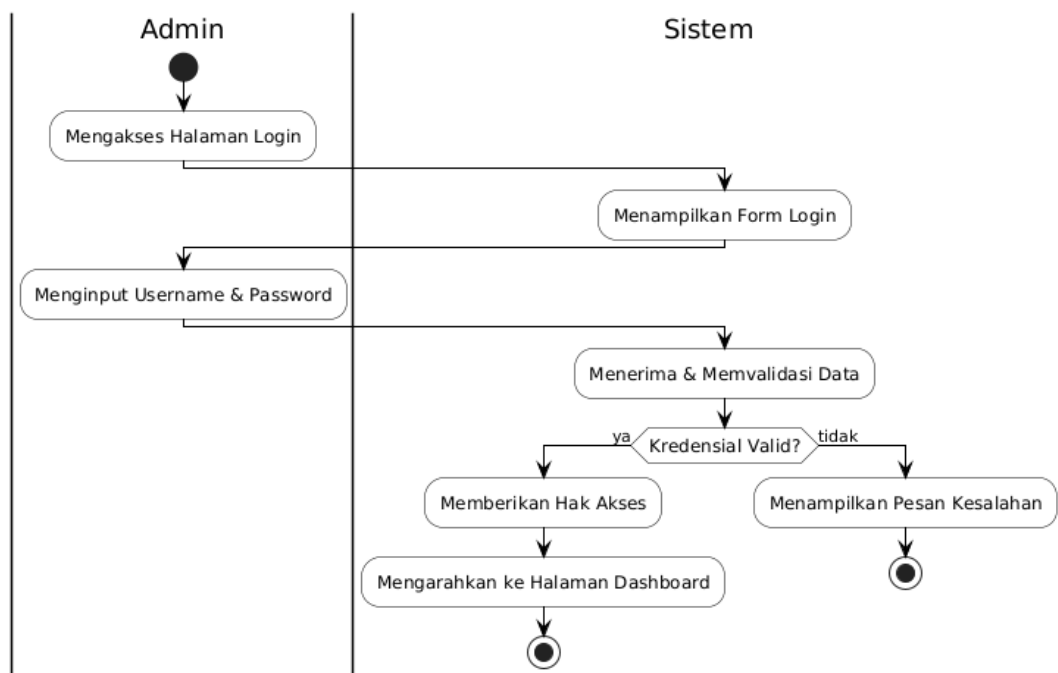


Gambar 3.2. Use Case Diagram

3.6.2. Activity Diagram

1. Activity Diagram Login

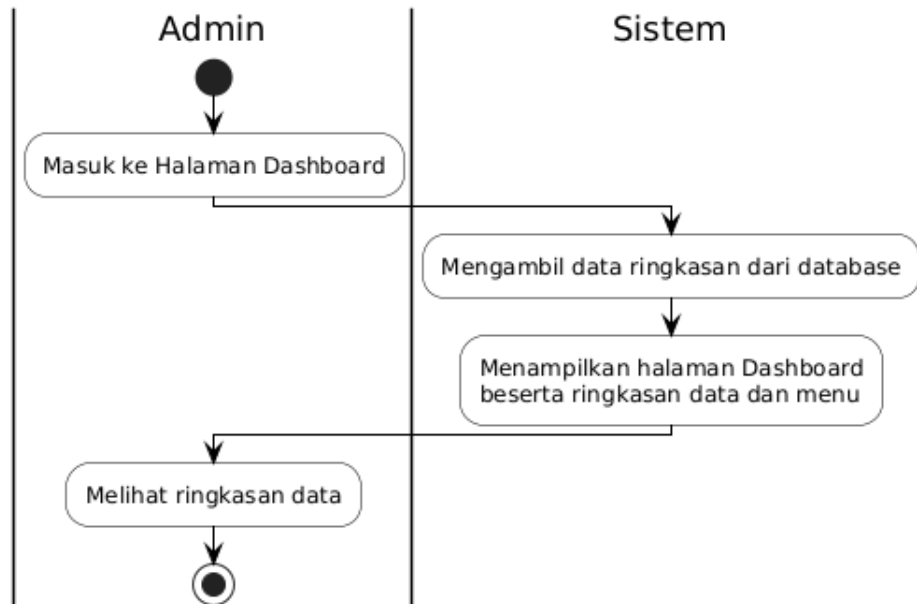
Diagram ini menjelaskan alur proses otentikasi pengguna. Admin memulai dengan mengakses halaman login, memasukkan kredensial (username dan password), kemudian sistem akan melakukan validasi untuk memberikan hak akses ke halaman dashboard jika valid, atau menampilkan pesan kesalahan jika tidak valid.



Gambar 3.3. Activity Diagram Login

2. Activity Diagram Dashboard

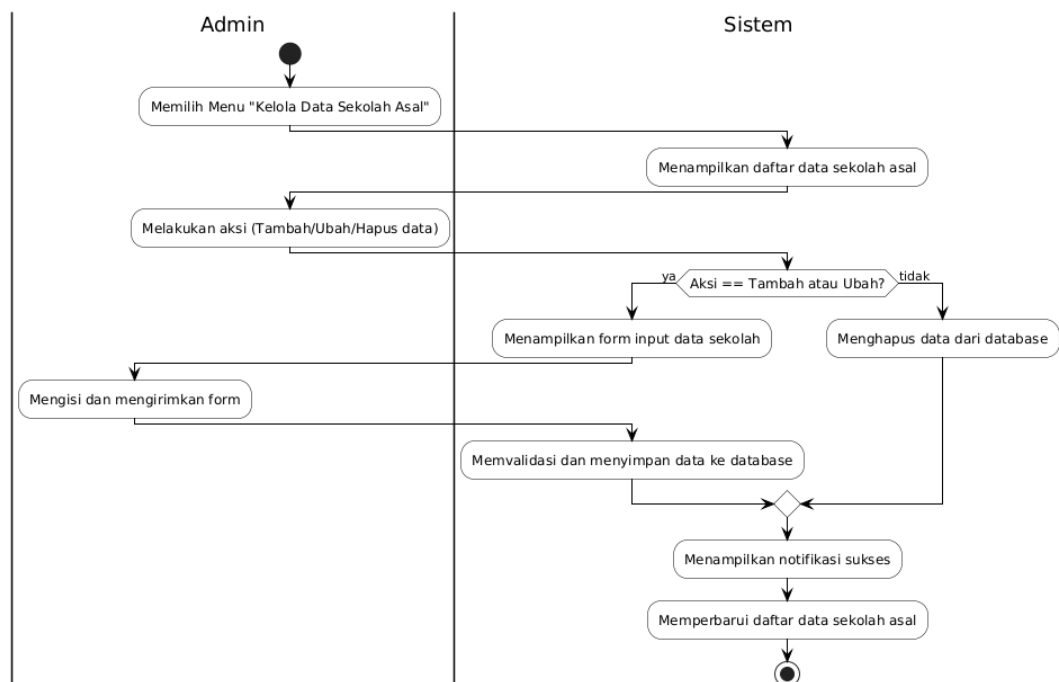
Diagram ini menggambarkan aktivitas yang terjadi saat Admin berhasil masuk ke sistem. Sistem akan menampilkan halaman Dashboard utama yang berisi ringkasan informasi penting, seperti jumlah data sekolah dan statistik lainnya, serta menyediakan menu navigasi utama untuk mengakses fitur-fitur lain.



Gambar 3.4. Activity Diagram Dashboard

3. Activity Diagram Kelola Data Sekolah Asal

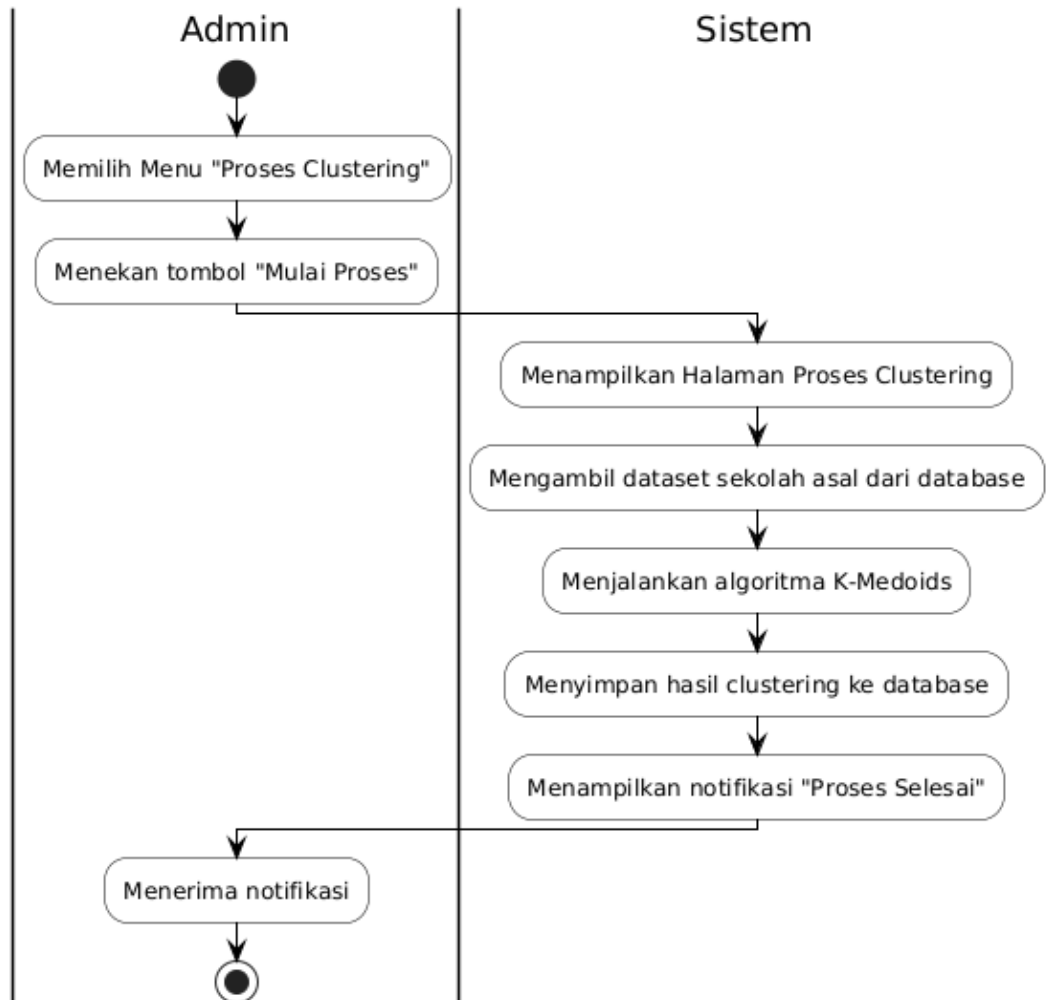
Diagram ini merinci alur kerja Admin dalam mengelola data master sekolah asal. Admin dapat melakukan operasi tambah, ubah, atau hapus (CRUD) pada data sekolah. Aktivitas ini sangat penting karena data inilah yang akan menjadi dasar untuk proses clustering.



Gambar 3.5. Activity Diagram Kelola Data Sekolah Asal

4. Activity Diagram Proses Clustering

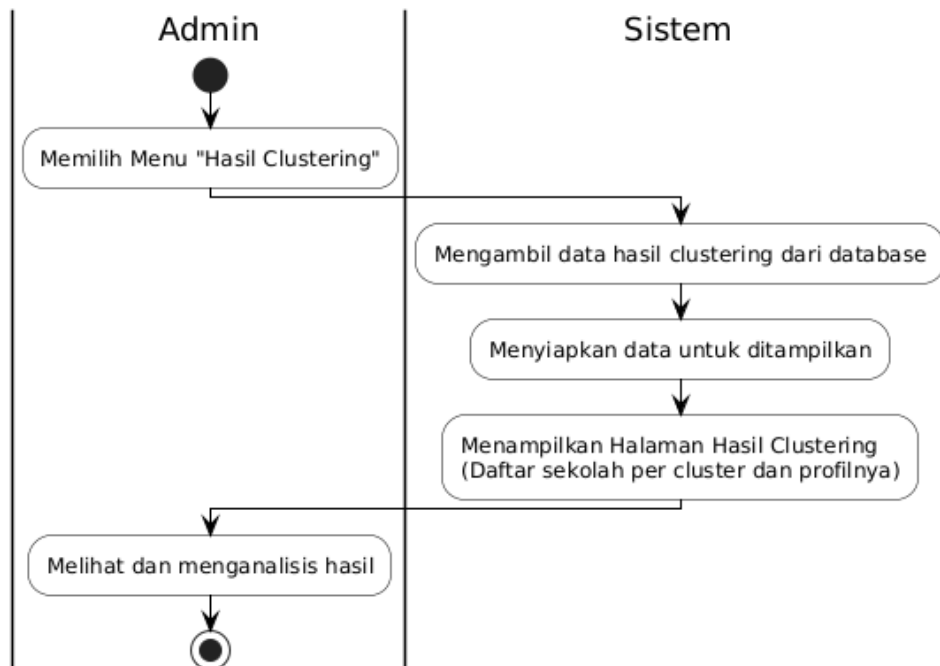
Diagram ini menjelaskan alur bagaimana Admin memulai proses analisis *clustering*. Admin menavigasi ke halaman proses, mengatur parameter jika ada, dan menjalankan algoritma. Sistem kemudian akan mengambil data sekolah asal, melakukan perhitungan K-Medoids di latar belakang, dan menyimpan hasilnya.



Gambar 3.6. Activity Diagram Proses Clustering

5. Activity Diagram Hasil Clustering

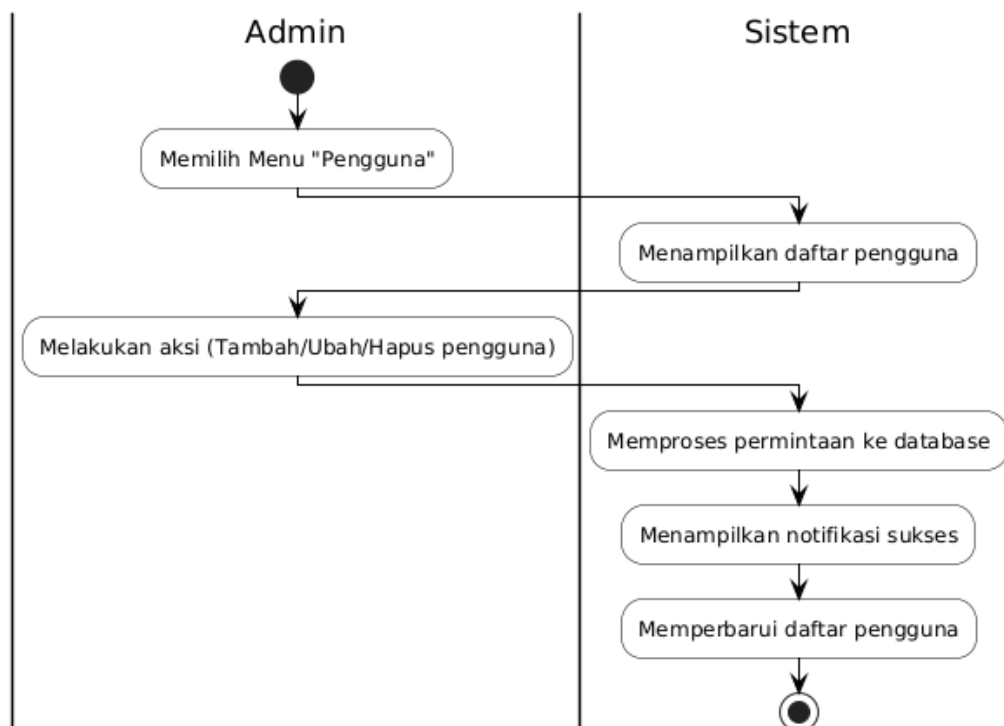
Diagram ini menggambarkan bagaimana Admin dapat melihat hasil dari proses analisis yang telah dijalankan. Admin mengakses menu hasil, lalu sistem akan mengambil data *cluster* yang sudah tersimpan dan menampilkannya dalam format yang mudah dipahami, seperti tabel atau daftar sekolah per *cluster*.



Gambar 3.7. Activity Diagram Hasil Clustering

6. Activity Diagram Pengguna

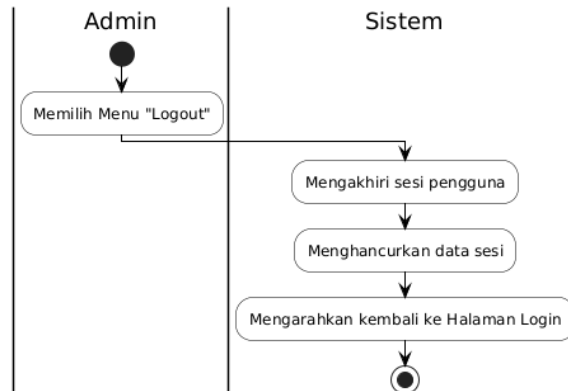
Diagram ini menunjukkan alur kerja untuk fitur administratif pengelolaan pengguna sistem. Admin utama dapat menambah, mengubah, atau menghapus akun Admin lainnya, memastikan keamanan dan kontrol akses terhadap sistem.



Gambar 3.8. Activity Diagram Pengguna

7. Activity Diagram Logout

Diagram ini menjelaskan proses sederhana namun penting untuk keluar dari sistem secara aman. Admin memilih opsi logout, kemudian sistem akan mengakhiri sesi pengguna saat ini dan mengarahkannya kembali ke halaman login.

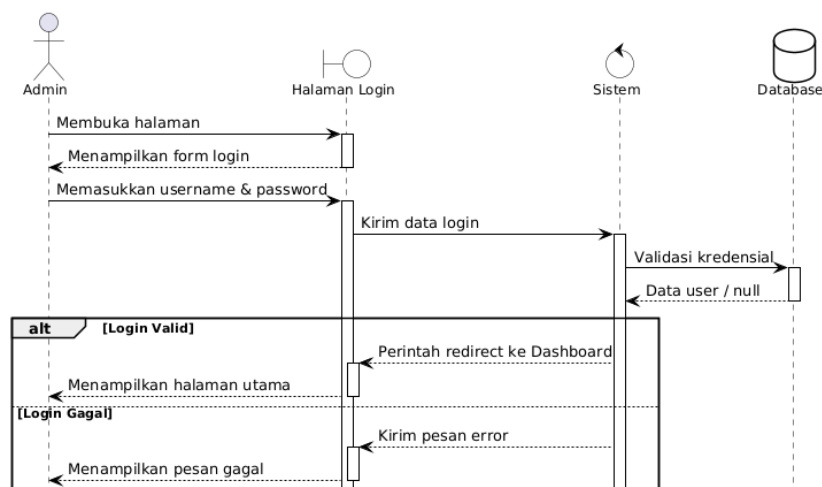


Gambar 3.9. Activity Diagram Logout

3.6.3. Sequence Diagram

1. Sequence Diagram Login

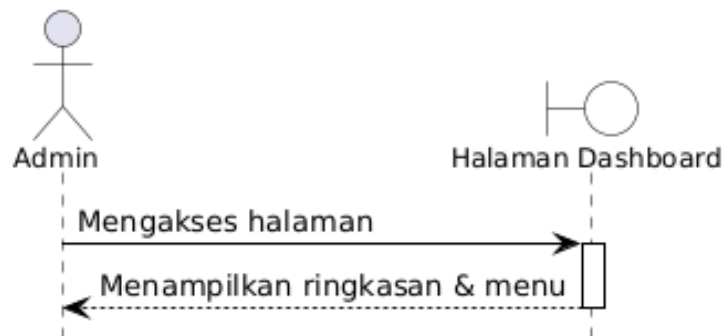
Diagram ini menunjukkan urutan pesan saat proses otentikasi. Admin menginput kredensial pada LoginPage, yang kemudian dikirim ke AuthService untuk diverifikasi ke Database. Hasil verifikasi akan dikembalikan ke Admin, apakah berhasil masuk atau gagal.



Gambar 3.10. Sequence Diagram Login

2. Sequence Diagram Dashboard

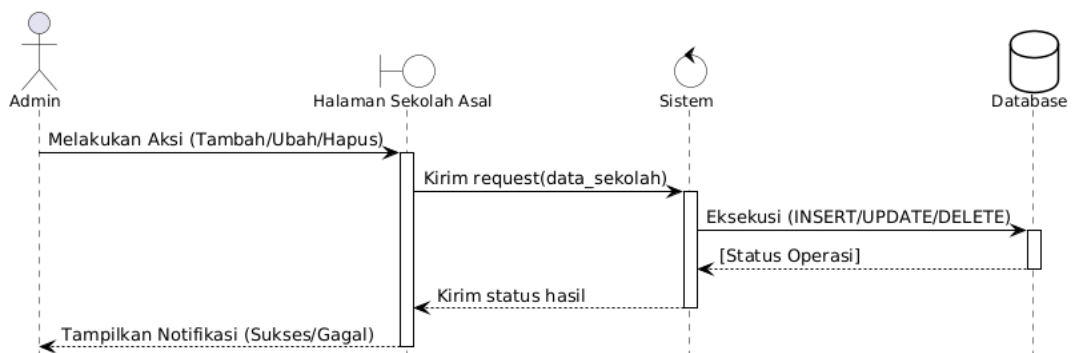
Diagram ini menggambarkan interaksi sederhana saat Admin mengakses halaman dashboard. Setelah berhasil login, Admin mengakses halaman utama, dan sistem akan merespon dengan menampilkan ringkasan informasi dan menu navigasi.



Gambar 3.11. Sequence Diagram Dashboard

3. Sequence Diagram Kelola Data Sekolah Asal

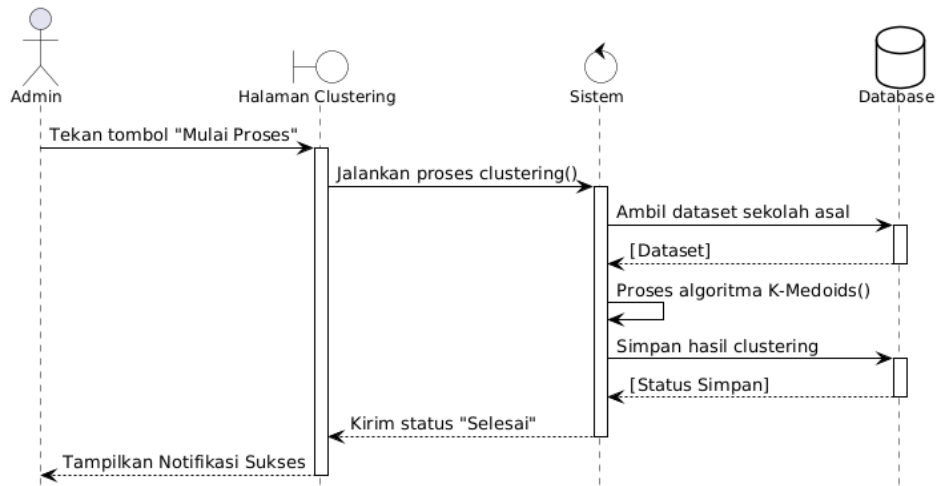
Diagram ini merinci alur saat Admin mengelola data sekolah asal. Setiap aksi (tambah, ubah, hapus) dari antarmuka akan diteruskan ke sistem untuk diproses dan dieksekusi pada database, lalu sistem memberikan notifikasi status keberhasilan operasi.



Gambar 3.12. Sequence Diagram Kelola Data Sekolah Asal

4. Sequence Diagram Proses Clustering

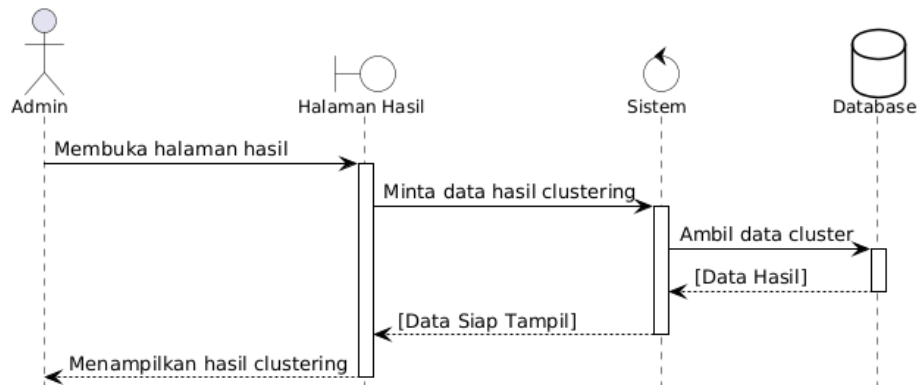
Diagram ini menunjukkan urutan kejadian saat proses analisis *clustering* dijalankan. Admin memicu proses dari antarmuka, lalu sistem akan mengambil data dari database, menjalankan algoritma K-Medoids, dan menyimpan kembali hasilnya.



Gambar 3.13. Sequence Diagram Proses Clustering

5. Sequence Diagram Hasil Clustering

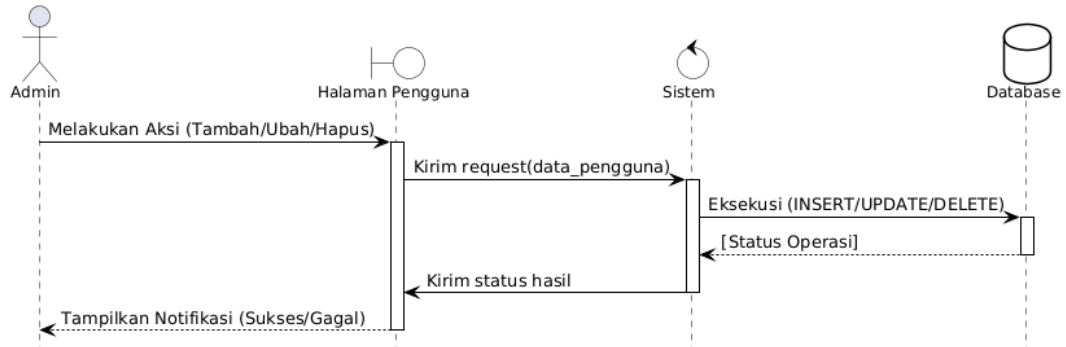
Diagram ini menggambarkan bagaimana Admin melihat hasil dari proses analisis. Admin mengakses halaman hasil, kemudian sistem akan mengambil data *cluster* yang sudah tersimpan di database dan menampilkannya dalam format yang mudah dipahami



Gambar 3.14. Sequence Diagram Hasil Clustering

6. Sequence Diagram Pengguna

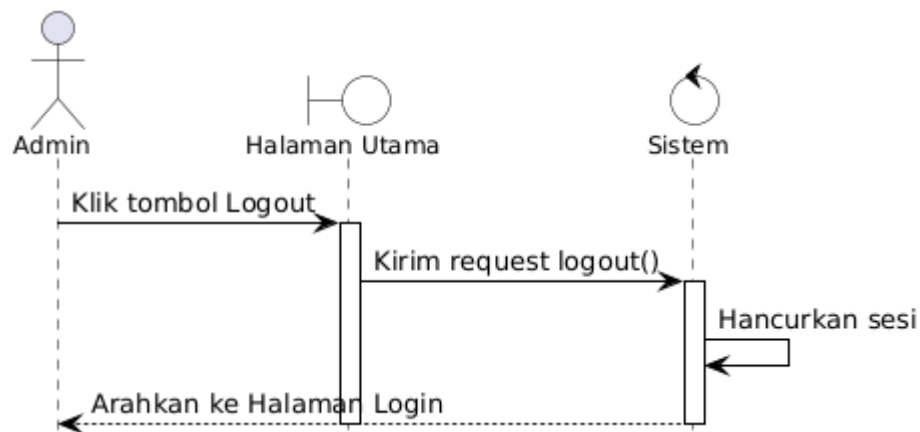
Diagram ini menunjukkan alur untuk fitur administratif pengelolaan pengguna sistem. Prosesnya mirip dengan pengelolaan data sekolah, di mana Admin melakukan aksi pada antarmuka yang akan diproses oleh sistem dan disimpan ke database.



Gambar 3.15. Sequence Diagram Pengguna

7. Sequence Diagram Logout

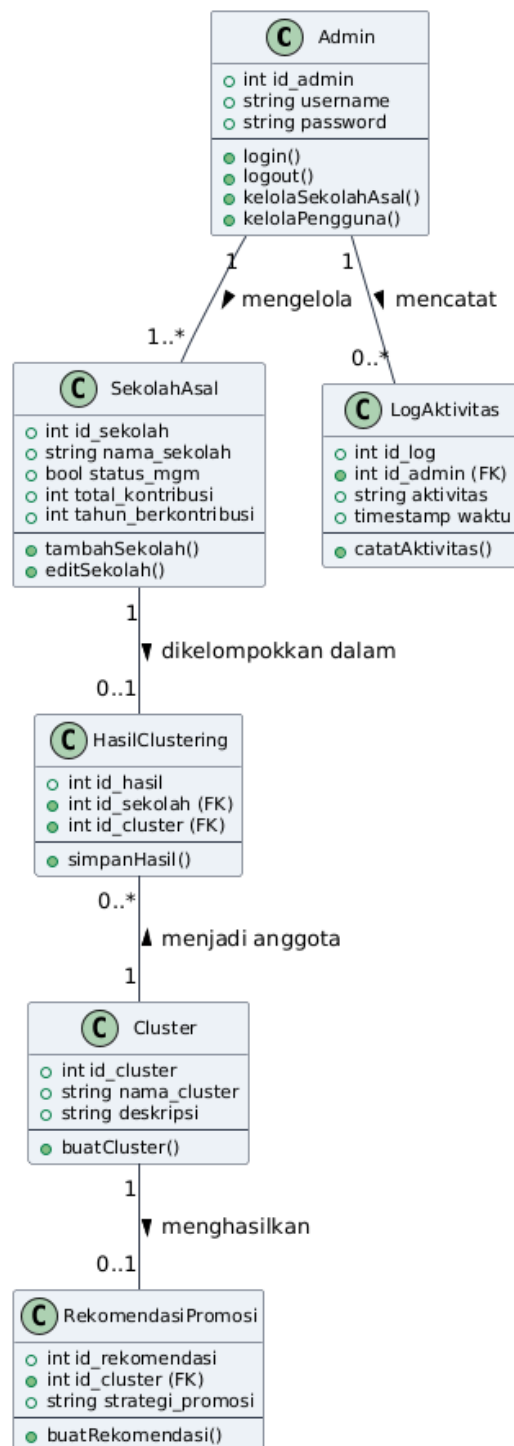
Diagram ini merinci urutan pesan untuk keluar dari sistem secara aman. Admin memicu aksi logout dari antarmuka, yang kemudian ditangani oleh sistem untuk mengakhiri sesi dan mengarahkan Admin kembali ke halaman login.



Gambar 3.16. Sequence Diagram Logout

3.6.4. Class Diagram

Class Diagram di bawah ini menggambarkan struktur statis dari sistem, termasuk kelas-kelas utama. Diagram ini memberikan gambaran logis tentang bagaimana data diorganisir dan bagaimana komponen sistem saling berinteraksi.



Gambar 3.17. Class Diagram

3.7. Desain Basis Data

Desain basis data merupakan implementasi fisik dari *Class Diagram* ke dalam struktur tabel pada sistem manajemen basis data relasional (RDBMS), yaitu MySQL. Rancangan ini mendefinisikan setiap tabel, nama *field* (kolom), tipe data, serta kunci (seperti *Primary Key* dan *Foreign Key*) yang akan digunakan untuk menyimpan dan mengelola seluruh data penelitian secara terstruktur

1. Rancangan Tabel *Admin*

Tabel ini berfungsi untuk menyimpan data pengguna yang memiliki hak akses untuk mengelola sistem, termasuk kredensial untuk login dan informasi pribadi.

Tabel 3.6. Rancangan Tabel Admin

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
<i>id_Admin</i>	INT (PK)	Primary key, ID unik <i>Admin</i>
<i>username</i>	VARCHAR(50)	<i>Username</i> untuk <i>login</i>
<i>password</i>	VARCHAR(255)	Password terenkripsi
<i>nama_lengkap</i>	VARCHAR(100)	Nama lengkap <i>Admin</i>
<i>role</i>	VARCHAR(20)	Peran <i>Admin</i> (contoh: <i>superAdmin</i> /staff)

2. Rancangan Tabel Sekolah Asal

Tabel ini merupakan tabel inti yang menyimpan data setiap sekolah asal. Data dalam tabel ini akan menjadi objek utama dalam proses *clustering*.

Tabel 3.7. Rancangan Tabel Sekolah Asal

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
<i>id_sekolah</i>	INT	Primary Key, ID unik untuk setiap sekolah.
<i>nama_sekolah</i>	VARCHAR(100)	Nama lengkap dari sekolah asal.
<i>status_mgm</i>	BOOLEAN	Status kemitraan MGM (1 = Mitra, 0 = Non-Mitra).
<i>total_kontribusi</i>	INT	Jumlah total siswa yang berasal dari sekolah tersebut.
<i>tahun_berkontribusi</i>	INT	Jumlah tahun sekolah tersebut menyumbang siswa.

3. Rancangan Tabel *Cluster*

Tabel ini digunakan untuk menyimpan informasi mengenai setiap *cluster* yang terbentuk setelah proses analisis K-Medoids dijalankan.

Tabel 3.8. Rancangan Tabel Cluster

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
id_cluster	INT (PK)	Primary key, ID unik cluster
nama_cluster	VARCHAR(100)	Nama atau label dari cluster
deskripsi	TEXT	Deskripsi karakteristik cluster

4. Rancangan Tabel Hasil *Clustering*

Tabel ini adalah tabel asosiatif (*junction table*) yang mencatat hubungan antara sekolah dan *cluster*. Fungsinya adalah untuk menyimpan sekolah mana yang menjadi anggota dari *cluster* mana.

Tabel 3.9. Rancangan Tabel Clustering

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
id_hasil	INT (PK)	Primary key, ID hasil <i>Clustering</i>
id_sekolah	INT (FK)	Foreign key ke tabel <code>sekolah</code> asal
id_cluster	INT (FK)	Foreign key ke tabel <code>cluster</code>

5. Rancangan Tabel Rekomendasi Promosi

Tabel `rekomendasi_promosi` digunakan untuk menyimpan hasil rekomendasi strategi promosi berdasarkan karakteristik tiap cluster yang terbentuk.

Tabel 3.10. Rancangan Tabel Rekomendasi

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
id_rekomendasi	INT (PK)	Primary key, ID rekomendasi promosi
id_cluster	INT (FK)	Foreign key ke tabel <code>cluster</code>
strategi_promosi	TEXT	Deskripsi strategi promosi yang disarankan

6. Rancangan Tabel Log Aktivitas

Tabel `log_aktivitas` mencatat semua aktivitas penting yang dilakukan *Admin*, seperti *login*, kelola data, proses *Clustering*, atau melihat hasil. Tabel ini berguna untuk audit trail dan keamanan sistem.

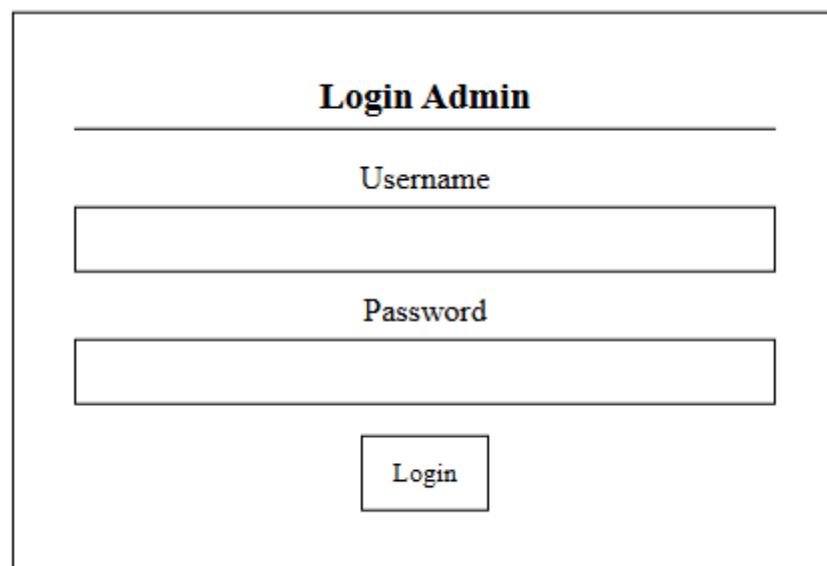
Tabel 3.11. Rancangan Tabel Log Aktivitas

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
<code>id_log</code>	INT (PK)	Primary key, ID log aktivitas
<code>id_Admin</code>	INT (FK)	Foreign key ke tabel <i>Admin</i>
<code>aktivitas</code>	VARCHAR(255)	Deskripsi aktivitas yang dilakukan
<code>waktu</code>	TIMESTAMP	Waktu terjadinya aktivitas

3.8. Desain User Interface

1. Desain *User Interface Login*

Desain *User Interface* menu login dapat dilihat pada gambar dibawah ini



The image shows a login form titled "Login Admin". It contains two input fields: "Username" and "Password". Below the "Password" field is a "Login" button. The form is enclosed in a rectangular border.

Gambar 3.18. Desain *User Interface Login*

2. Desain *User Interface Dashboard*

Desain *User Interface* menu *Dashboard* dapat dilihat pada gambar dibawah ini, pada halaman ini, Halaman utama setelah Admin berhasil login. Terdapat

sidebar di sebelah kiri untuk navigasi ke semua menu utama, dan area konten di sebelah kanan untuk menampilkan informasi ringkas.

Menu

Dashboard
Kelola Data Sekolah Asal
Proses Clustering
Hasil Clustering
Pengguna
Logout

Dashboard Admin

Selamat Datang, Admin
Gunakan menu di samping untuk mengelola data dan melihat hasil clustering.

Status Sistem

- Jumlah Data Sekolah: 177
- Jumlah Cluster Terbentuk: 0
- Terakhir Login: 08-07-2025

Gambar 3.19. Desain *User Interface* Dashboard

3. Desain *User Interface* Kelola Data Sekolah Asal

Halaman ini memiliki dua bagian utama: form untuk menambah atau mengubah data sekolah, dan tabel di bawahnya untuk menampilkan semua data sekolah asal yang sudah tersimpan.

Menu

Dashboard
Kelola Data Sekolah Asal
Proses Clustering
Hasil Clustering
Pengguna
Logout

Kelola Data Sekolah Asal

Tambah/Ubah Data Sekolah
Nama Sekolah

Status MGM
Non-Mitra
Total Kontribusi Siswa

Daftar Sekolah Asal

No	Nama Sekolah	Status MGM	Total Kontribusi	Aksi
1	SMP Negeri 38 Medan	Mitra	391	Ubah Hapus
2	SMP Swasta Al Hikmah	Non-Mitra	178	Ubah Hapus

Gambar 3.20. Activity Diagram Kelola Data Siswa

4. Desain *User Interface* Proses Clustering

Halaman ini menyediakan antarmuka sederhana bagi Admin untuk memulai proses analisis. Admin dapat menentukan jumlah *cluster* (K) dan menekan tombol untuk menjalankan algoritma.

Menu Dashboard Kelola Data Sekolah Asal Proses Clustering Hasil Clustering Pengguna Logout	Proses Clustering K-Medoids Konfigurasi Clustering Jumlah Cluster (K) 3 Mulai Proses Clustering Status Proses Status: Siap untuk memulai proses. <i>(Setelah proses selesai, ringkasan hasil akan ditampilkan di sini)</i>
--	---

Gambar 3.21. Activity Diagram Proses Clustering

5. Desain User Interface Hasil Clustering dan Rekomendasi

Halaman ini menampilkan hasil akhir dari analisis. Setiap *cluster* akan ditampilkan dalam kotaknya sendiri, lengkap dengan deskripsi karakteristik dan rekomendasi strategi promosi yang spesifik.

Menu Dashboard Kelola Data Sekolah Asal Proses Clustering Hasil Clustering Pengguna Logout	Hasil Clustering & Rekomendasi Promosi Cluster 1: Mitra Loyal Kontributor Tinggi Karakteristik: Cluster ini berisi sekolah-sekolah mitra MGM yang secara konsisten memberikan jumlah siswa baru dalam jumlah besar setiap tahunnya. Rekomendasi Strategi: Pertahankan dan perkuat hubungan dengan sekolah-sekolah ini. Pertimbangkan untuk memberikan apresiasi atau bonus tambahan untuk menjaga loyalitas. Cluster 2: Non-Mitra Potensial Karakteristik: Berisi sekolah-sekolah non-mitra yang memiliki jumlah kontribusi siswa yang cukup signifikan. Rekomendasi Strategi: Jadikan sekolah-sekolah ini target utama untuk diajak bergabung dalam program MGM. Lakukan kunjungan dan presentasi khusus untuk menawarkan kerja sama.
--	--

Gambar 3.22. Desain User Interface Rekomendasi Promosi

6. Desain User Interface Kelola Data Pengguna

Halaman ini adalah menu administratif yang memungkinkan Admin utama untuk mengelola akun pengguna lain yang dapat mengakses sistem. Di sini, Admin dapat menambah pengguna baru, mengubah detailnya, atau menghapus akun pengguna. Halaman ini terbagi menjadi dua bagian: form untuk menambah pengguna dan tabel untuk menampilkan daftar pengguna yang ada.

Menu
Dashboard
Kelola Data Sekolah Asal
Proses Clustering
Hasil Clustering
Pengguna
Logout

Kelola Data Pengguna

Tambah Pengguna Baru

Nama Lengkap

Username

Password

Peran
Admin

Tambah Pengguna

Daftar Pengguna

No	Nama	Username	Peran	Aksi
1	Rina Sari	rina_admin	Admin	Ubah Hapus
2	Budi Santoso	budi_super	Superadmin	Ubah Hapus

Gambar 3.23. Desain *User Interface* Kelola Data Pengguna

7. Desain *User Interface* Logout

Desain *User Interface* untuk *logout* dapat dilihat pada gambar dibawah ini

Yakin ingin logout?

Anda akan keluar dari sistem promosi SMK Bina Satria.

Ya, Logout
Batal

Gambar 3.24. Desain *User Interface* Tampilan Logout

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Manual *K-Medoids*

Bagian ini menyajikan perhitungan manual yang terperinci dari algoritma pengelompokan *K-Medoids*. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk mempartisi dataset yang terdiri dari 177 sekolah ke dalam $K=3$ cluster yang berbeda dan tidak tumpang tindih. Proses pengelompokan ini didasarkan pada dua variabel kuantitatif: *tahun_berkontribusi* (diperlakukan sebagai dimensi X) dan *jumlah_total_siswa* (diperlakukan sebagai dimensi Y). Untuk mengukur kedekatan atau kesamaan antar titik data, metrik Jarak Euclidean (Euclidean Distance) digunakan sebagai dasar untuk semua kalkulasi proksimitas. Seluruh perhitungan dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah metodis untuk memastikan kejelasan dan kemampuan reproduksi hasil.

Sebelum memulai proses clustering, langkah pra-pemrosesan yang krusial adalah normalisasi data. Langkah ini menjadi keharusan matematis mengingat sifat dari dataset yang digunakan. Terdapat perbedaan skala yang signifikan antara kedua variabel: *tahun_berkontribusi* memiliki rentang nilai dari 1 hingga 5, sedangkan *jumlah_total_siswa* memiliki rentang dari 1 hingga 402.

Rumus jarak Euclidean, sangat dipengaruhi oleh besarnya nilai perbedaan antar variabel. Jika tidak dinormalisasi, variabel *jumlah_total_siswa* bisa terlalu mendominasi hasil perhitungan jarak. Misalnya, perbedaan nilai *tahun_berkontribusi* dari 1 ke 5 hanya menyumbang 16 ke total jarak kuadrat, sedangkan perbedaan *jumlah_total_siswa* dari 1 ke 100 bisa menyumbang 9801.

Akibatnya, variabel tahun_berkontribusi menjadi hampir tidak berpengaruh, dan proses clustering bisa jadi hanya mempertimbangkan satu variabel saja.

Untuk mengatasi masalah ini, metode Standard Scaler diterapkan. Metode ini mentransformasikan kedua variabel ke dalam skala yang sama, dengan rata-rata (mean) mendekati 0 dan simpangan baku (standard deviation) mendekati 1. Dengan demikian, setiap variabel dapat memberikan kontribusi yang seimbang dan adil dalam proses perhitungan jarak, memastikan bahwa struktur yang ditemukan oleh algoritma benar-benar merefleksikan hubungan pada kedua dimensi data.

4.1.1. Normalisasi Data menggunakan *Standard Scaler*

Normalisasi dilakukan dengan menerapkan rumus Standard Scaler pada setiap titik data untuk setiap variabel. Rumus yang digunakan adalah:

$$x_{new} = \frac{x_{old} - \mu}{\sigma} \dots \dots \dots (4.1)$$

di mana x_{old} adalah nilai data asli, μ adalah nilai rata-rata dari variabel tersebut di seluruh dataset, dan σ adalah simpangan baku dari variabel tersebut.

Parameter statistik yang dihitung dari 177 data sekolah adalah sebagai berikut:

- a. Untuk variabel tahun_berkontribusi (x): $\mu_x \approx 1.791$, $\sigma_x \approx 1.265$
- b. Untuk variabel jumlah_total_siswa (y): $\mu_y \approx 9.768$, $\sigma_y \approx 42.130$

Berikut adalah contoh perhitungan normalisasi yang terperinci untuk tiga sekolah.

Contoh 1 – SMP NEGERI 38 MEDAN

Koordinat Asli : (x, y) = (5, 391)

Normalisasi tahun_berkontribusi (x_{norm}) :

$$x_{norm} = \frac{5 - 1,791}{1,265} = \frac{3,209}{1,265} = 2,537$$

Normalisasi jumlah_total_siswa (y_{norm}) :

$$y_{norm} = \frac{391 - 9,768}{42,130} = \frac{381,232}{42,130} = 9,049$$

Koordinat Normalisasi : (2.537, 9.049)

Contoh 2 – MTS FASTABIQUL KHOIROT

Koordinat Asli : (x, y) = (5, 29)

Normalisasi tahun_berkontribusi (x_{norm}) :

$$x_{norm} = \frac{5 - 1,791}{1,265} = \frac{3,209}{1,265} = 2,537$$

Normalisasi jumlah_total_siswa (y_{norm}) :

$$y_{norm} = \frac{29 - 9,768}{42,130} = \frac{19,232}{42,130} = 0,456$$

Koordinat Normalisasi : (2,537, 0,456)

Contoh 3 – MTS SWASTA AL ITTIHADYAH PKL MASYHUR

Koordinat Asli : (x, y) = (2, 2)

Normalisasi tahun_berkontribusi (x_{norm}) :

$$x_{norm} = \frac{2 - 1,791}{1,265} = \frac{0,209}{1,265} = 0,165$$

Normalisasi jumlah_total_siswa (y_{norm}) :

$$y_{norm} = \frac{2 - 9,768}{42,130} = \frac{-7,768}{42,130} = -0,184$$

Koordinat Normalisasi : (0,165 , -0,184)

Proses ini diterapkan ke seluruh 177 data sekolah. Tabel berikut menunjukkan sebagian hasil normalisasi sebagai referensi.

Tabel 4.1. Hasil Normalisasi Sebagian Data Sekolah

ID	Nama Sekolah	Koordinat Asli (x, y)	Koordinat Normalisasi (x_norm, y_norm)
1	HKBP SWASTA NASRANI BELAWAN II	(1, 1)	(-0.625, -0.208)
2	JAMIATUL ALWASLIYAH	(1, 1)	(-0.625, -0.208)
3	LPI ALLIFAH	(2, 2)	(0.165, -0.184)
4	MTS AL MAHRUS	(1, 1)	(-0.625, -0.208)
5	MTS AL MUNAWWAROH	(1, 1)	(-0.625, -0.208)
6	MTS AL ULUM	(4, 6)	(1.746, -0.089)
7	MTS AL WASHLIYAH GEDUNG JOHOR MEDAN	(1, 1)	(-0.625, -0.208)
8	MTS AL WASHLIYAH PAJAK RAMBAI	(3, 5)	(0.956, -0.113)
9	MTS ALLIFUL IKHWAN SAA	(1, 1)	(-0.625, -0.208)
10	MTS AL-WASHLIYAH PANTAI LABU	(1, 1)	(-0.625, -0.208)

4.1.2. Inisialisasi Medoid Awal

Langkah pertama dalam algoritma K-Medoids adalah memilih $K=3$ titik data dari dataset untuk dijadikan sebagai medoid awal. Untuk memastikan reproduktifitas perhitungan ini, medoid awal telah ditentukan dan tidak dipilih secara acak. Medoid adalah titik data aktual yang berfungsi sebagai pusat representatif untuk sebuah cluster. Koordinat normalisasi dari medoid-medoid inilah yang akan digunakan dalam seluruh perhitungan jarak selanjutnya.

Medoid 1 (M1): SMP SWASTA BINA SATTRIA MEDAN

- a. Koordinat Asli: (5, 402)
- b. Koordinat Normalisasi: (2.537, 9.310)

Medoid 2 (M2): MTS SWASTA AL UMM

- a. Koordinat Asli: (4, 22)
- b. Koordinat Normalisasi: (1.746, 0.290)

Medoid 3 (M3): JAMIATUL ALWASLIYAH

- a. Koordinat Asli: (1, 1)
- b. Koordinat Normalisasi: (-0.625,-0.208)

4.1.3. Langkah 3: Iterasi Pertama - Tahap Penugasan (Assignment)

Pada tahap ini, setiap titik data (177 sekolah) dialokasikan ke medoid terdekat. Jarak dihitung menggunakan rumus Jarak Euclidean pada ruang koordinat yang telah dinormalisasi. di mana p adalah titik data dan m adalah medoid. Berikut adalah contoh perhitungan jarak dari tiga sekolah yang sama ke tiga medoid awal.

Contoh Perhitungan Jarak dan Penugasan

1. SMP Negeri 38 Medan

Koordinat Normalisasi : (2,537 , 9,049)

Jarak Ke M1 (2,537 , 9,310) :

$$D((2,537) , (9, 049)) = \sqrt{(2,537 - 2,537)^2 + (9,049 - 9,310)^2}$$

$$D((2,537) , (9, 049)) = \sqrt{(0)^2 + (-0.261)^2}$$

$$D((2,537) , (9, 049)) = 0.261$$

Jarak Ke M2 (1,746 , 0,290) :

$$D = \sqrt{(2,537 - 1,746)^2 + (9,049 - 0.290)^2}$$

$$D = \sqrt{(0.791)^2 + (8,759)^2}$$

$$D = 8,795$$

Jarak Ke M3 (-0.625 , -0,208) :

$$D = \sqrt{(2,537 - (-0.625))^2 + (9,049 - (-0.208))^2}$$

$$D = \sqrt{(3,162)^2 + (9,257)^2}$$

$$D = 9,778$$

Keputusan: Jarak terdekat adalah ke M1 (0.261). Maka, sekolah ini ditugaskan ke **Cluster Pertama**.

2. MTS Fastabiqul Khairot

Koordinat Normalisasi : (2,537 , 0,456)

Jarak Ke M1 (2,537 , 9,310) :

$$D = \sqrt{(2,537 - 2,537)^2 + (0,456 - 9,310)^2}$$

$$D = \sqrt{(0)^2 + (-8,854)^2}$$

$$D = 8,854$$

Jarak Ke M2 (1,746 , 0,290) :

$$D = \sqrt{(2,537 - 1,746)^2 + (0,456 - 0,290)^2}$$

$$D = \sqrt{(0,791)^2 + (0,166)^2}$$

$$D = 0,808$$

Jarak Ke M3 (-0.625 , -0,208) :

$$D = \sqrt{(2,537 - (-0.625))^2 + (9,049 - (-0.208))^2}$$

$$D = \sqrt{(3,162)^2 + (9,257)^2}$$

$$D = 9,778$$

Keputusan : Jarak terdekat adalah ke M2 (0.808). Maka, sekolah ini ditugaskan ke

Cluster Kedua.

3. MTS Swasta AL Ittihadiyah PKL Mashyur

Koordinat Normalisasi: (0.165,-0.184)

Jarak Ke M1 (2,537 , 9,310) :

$$D = \sqrt{(0,165 - 2,537)^2 + (-0,184 - 9,310)^2}$$

$$D = \sqrt{(-2,372)^2 + (-9,494)^2}$$

$$D = 9,787$$

Jarak Ke M2 (1,746 , 0,290) :

$$D = \sqrt{(0,165 - 1,746)^2 + (-0,184 - 0,290)^2}$$

$$D = \sqrt{(-1,581)^2 + (-0,474)^2}$$

$$D = 1,650$$

Jarak Ke M3 (-0.625 , -0.208) :

$$D = \sqrt{(0,165 - (-0.625))^2 + (-0.184 - (-0.208))^2}$$

$$D = \sqrt{(0.790)^2 + (0.024)^2}$$

$$D = 0,790$$

Setelah proses ini dilakukan untuk semua 177 sekolah, diperoleh pembagian awal ke dalam tiga cluster. Total biaya (cost) dari pembagian ini dihitung dengan menjumlahkan seluruh jarak dari setiap sekolah ke pusat clusternya (medoid). Biaya ini digunakan sebagai patokan untuk proses pembaruan cluster selanjutnya. Dari hasil penugasan awal, komposisi cluster adalah sebagai berikut :

Cluster 1 (medoid: M₁): 7 sekolah

Cluster 2 (medoid: M₂): 43 sekolah

Cluster 3 (medoid: M₃): 127 sekolah

4.1.4. Langkah 4: Iterasi Pertama - Tahap Pembaruan (Update)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk meningkatkan kualitas pengelompokan dengan cara mencari medoid yang lebih baik. Proses ini dilakukan dengan secara sistematis menukar medoid saat ini dengan setiap titik non-medoid di dalam clusternya. Jika pertukaran tersebut menghasilkan total biaya (total jarak intra-cluster) yang lebih rendah, maka pertukaran tersebut akan dipertahankan. Proses ini menonjolkan kekuatan K-Medoids, di mana pusat cluster selalu merupakan titik data yang nyata dan representatif dari dataset.

Contoh Perhitungan Pertukaran (Swap) untuk Cluster 3:

1. **Identifikasi Cluster:** Cluster 3, dengan medoid awal M3 (JAMIATUL ALWASLIYAH) dan 127 anggota.
2. **Hitung Biaya Awal Cluster:** Hitung total jarak dari 127 anggota ke M3. Misalkan total biaya ini adalah $Cost_{awal_C3}$.
3. **Pilih Kandidat Non-Medoid:** Pilih satu titik non-medoid dari Cluster 3, misalnya $P_{kandidat}$ = MTS SWASTA AL ITTIHADIYAH PKL MASYHUR dengan koordinat normalisasi (0.165, -0.184).
4. **Hitung Biaya Baru (Hipotesis):** Hitung total biaya baru, $Cost_{baru_C3}$, dengan asumsi $P_{kandidat}$ adalah medoid baru. Biaya ini adalah jumlah jarak dari semua 127 anggota (termasuk M3 yang kini menjadi anggota biasa) ke $P_{kandidat}$.
5. **Bandingkan Biaya:** Bandingkan $Cost_{baru_C3}$ dengan $Cost_{awal_C3}$.
6. **Keputusan:** Jika $Cost_{baru_C3} < Cost_{awal_C3}$, maka $P_{kandidat}$ akan menjadi medoid baru untuk Cluster 3. Jika tidak, M3 tetap menjadi medoid.

Proses ini diulang untuk semua 126 titik non-medoid lainnya di dalam Cluster 3. Kemudian, proses yang sama juga dilakukan untuk semua titik non-medoid di Cluster 1 dan Cluster 2. Setelah semua kemungkinan pertukaran dievaluasi, himpunan medoid yang menghasilkan total biaya gabungan terendah di semua cluster akan menjadi himpunan medoid baru untuk iterasi selanjutnya.

4.1.5. Langkah 5 : Iterasi Berikutnya dan Konvergensi

Algoritma K-Medoids bersifat iteratif. Setelah tahap pembaruan (Langkah 4) selesai dan himpunan medoid baru telah ditentukan, proses kembali ke tahap penugasan (Langkah 3). Setiap titik data kembali dialokasikan ke medoid terdekat

dari himpunan medoid yang baru. Proses ini, yang terdiri dari tahap penugasan dan tahap pembaruan, diulang secara terus-menerus.

Konvergensi tercapai ketika satu siklus iterasi penuh (tahap penugasan diikuti oleh tahap pembaruan) tidak menghasilkan perubahan apa pun pada himpunan medoid. Dengan kata lain, algoritma berhenti ketika tidak ada lagi pertukaran (swap) yang dapat mengurangi total biaya. Pada titik ini, konfigurasi cluster dianggap stabil dan optimal berdasarkan kriteria K-Medoids. Untuk dataset ini, konvergensi tercapai setelah beberapa iterasi, menghasilkan himpunan medoid dan keanggotaan cluster yang final.

4.1.6. Hasil Akhir *Clustering*

Setelah algoritma mencapai konvergensi, medoid final yang stabil untuk masing-masing dari tiga cluster telah teridentifikasi. Medoid final ini adalah titik data aktual yang paling merepresentasikan anggota di dalam clusternya masing-masing.

Medoid Final Cluster 1: SMP SWASTA BINA SATRIA MEDAN

Koordinat Asli: (5, 402)

Koordinat Normalisasi: (2.537, 9.310)

Medoid Final Cluster 2: MTS AL WASHLIYAH PAJAK RAMBAI

Koordinat Asli: (3, 5)

Koordinat Normalisasi: (0.956, -0.113)

Medoid Final Cluster 3: JAMIATUL ALWASLIYAH

Koordinat Asli: (1, 1)

Koordinat Normalisasi: (-0.625, -0.208)

Pemetaan interpretasi cluster dilakukan berdasarkan karakteristik medoid final. Cluster dengan medoid yang memiliki nilai tinggi pada kedua variabel diidentifikasi sebagai "Mitra Loyal Potensi Tertinggi". Cluster dengan medoid nilai menengah diinterpretasikan sebagai "Calon Mitra Potensial", dan cluster dengan medoid bernilai rendah diinterpretasikan sebagai "Kontributor Insidental".

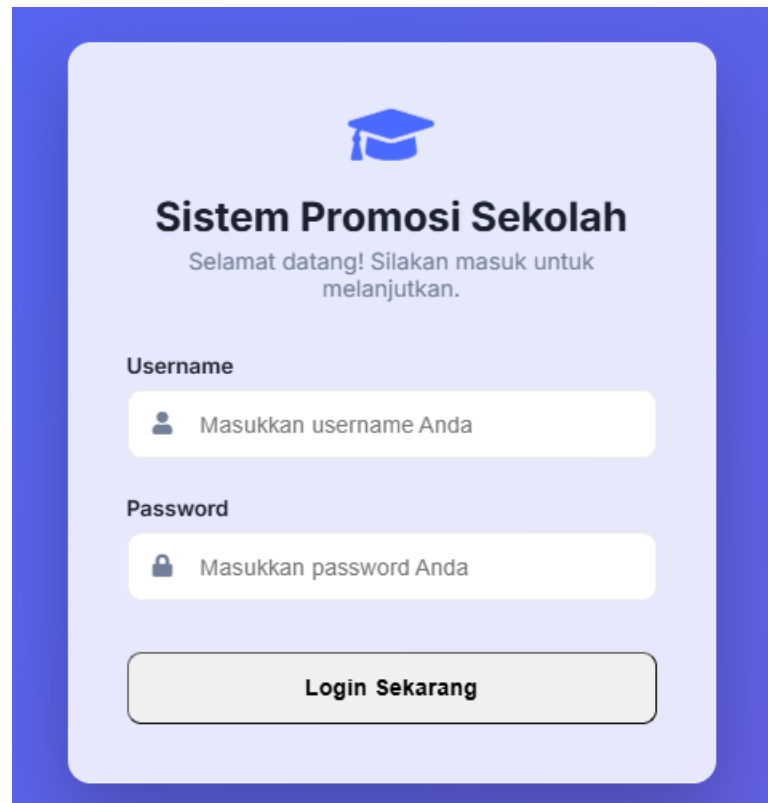
Tabel 4.2. Ringkasan Hasil Akhir Cluster

ID Cluster	Interpretasi Cluster	Medoid Final (Nama Sekolah)	Koordinat Medoid Asli (x, y)	Jumlah Anggota
1	Mitra Loyal Potensi Tertinggi	SMP SWASTA BINA SATRIA MEDAN	(5, 402)	34
2	Calon Mitra Potensial	MTS AL WASHLIYAH PAJAK RAMBAI	(3, 5)	39
3	Kontributor Insidental	JAMIATUL ALWASLIYAH	(2, 2)	104

4.2. Implementasi dalam *Website*

1. Implementasi Halaman Login

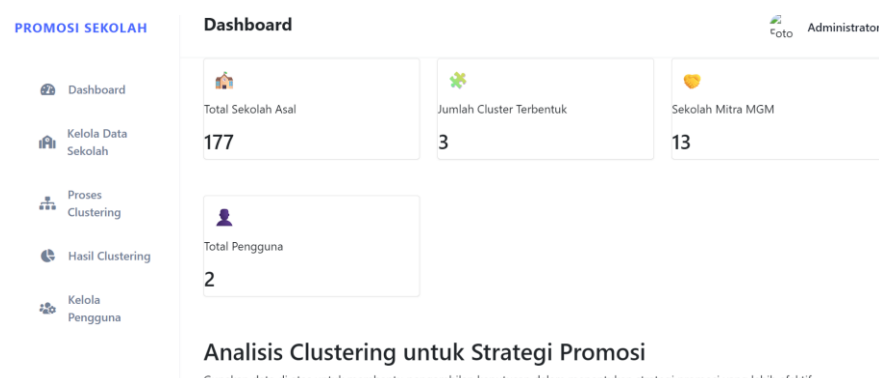
Halaman ini mengimplementasikan formulir login yang memungkinkan pengguna memasukkan nama pengguna dan kata sandi. Setelah data dimasukkan, tombol "Login Sekarang" akan mengirimkan informasi tersebut ke server untuk proses autentikasi.



Gambar 4.1. Implementasi Tampilan Login

2. Implementasi Tampilan *Dashboard*

Tampilan ini menunjukkan dasbor sistem promosi sekolah yang memberikan ringkasan data penting, seperti jumlah sekolah asal, jumlah klaster yang terbentuk, sekolah mitra, dan total pengguna. Di sisi kiri terdapat menu navigasi untuk mengelola data sekolah, melakukan proses clustering, melihat hasil clustering, dan mengelola pengguna.



Gambar 4.2. Implementasi Tampilan *Dashboard*

3. Implementasi Tampilan Kelola Data Sekolah

Halaman ini adalah antarmuka untuk mengelola data sekolah asal. Terdapat tabel yang menampilkan daftar sekolah beserta detail seperti status MGM, total kontribusi, dan tahun berkontribusi, serta tombol untuk menambah, mengubah, atau menghapus data sekolah.

Kelola Data Sekolah

Daftar Sekolah Asal

Show 10 entries

#	Nama Sekolah	Status MGM	Total Kontribusi	Tahun Berkontribusi	Aksi
1	HKBP SWASTA NASRANI BELAWAN II	Non-Mitra	1 Siswa	1 Tahun	Ubah Hapus
2	JAMIATUL ALWASLIYAH	Non-Mitra	1 Siswa	1 Tahun	Ubah Hapus
3	LPI ALLIFAH	Non-Mitra	2 Siswa	2 Tahun	Ubah Hapus
4	MTS AL MAHRUS	Non-Mitra	1 Siswa	1 Tahun	Ubah Hapus

+ Tambah Data Sekolah

Gambar 4.3. Implementasi Tampilan Kelola Data Sekolah

4. Implementasi Tampilan Tambah Data Sekolah

Halaman ini digunakan untuk menambahkan data sekolah baru dengan dua metode: input manual melalui formulir atau impor data secara massal dari berkas Excel. Formulir input manual meminta informasi seperti nama sekolah, status MGM, total kontribusi siswa, dan tahun berkontribusi.

Tambah Data Sekolah

Pilih metode input data: manual satu per satu atau impor massal dari file Excel.

☒ Tambah Manual ☐ Impor dari Excel

Nama Sekolah: Contoh: SMP Negeri 1 Medan

Status MGM: Non-Mitra

Total Kontribusi Siswa: Jumlah siswa yang mendaftar

Tahun Berkontribusi: Jumlah tahun

Simpan Data

Gambar 4.4. Implementasi Tampilan Tambah Data Sekolah

Gambar 4.5. Implementasi Tambah Data Sekolah (Excel)

5. Implementasi Tampilan Edit Data Sekolah

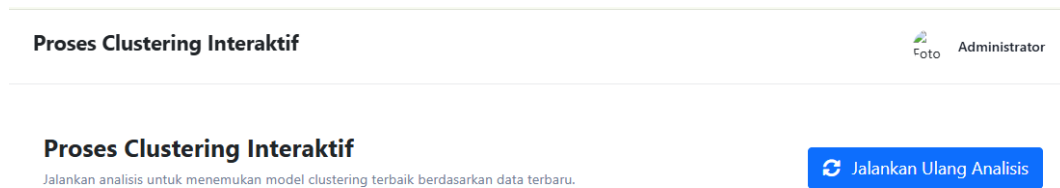
Halaman ini adalah formulir untuk mengubah data sekolah yang sudah ada. Informasi yang ditampilkan di formulir, seperti nama sekolah, status MGM, total kontribusi siswa, dan tahun berkontribusi, dapat diperbarui dan disimpan dengan menekan tombol "Simpan Perubahan".

Gambar 4.6. Implementasi Edit Data Sekolah

6. Implementasi Tampilan Proses *Clustering*

Halaman ini merupakan proses perhitungan *clustering* utama dalam sistem, Proses dimulai ketika pengguna menekan tombol "Jalankan Analisis Baru" pada halaman "Proses Clustering Interaktif". Halaman ini dirancang untuk

memungkinkan pengguna menjalankan analisis untuk menemukan model *clustering* terbaik berdasarkan data sekolah terbaru yang ada di database.



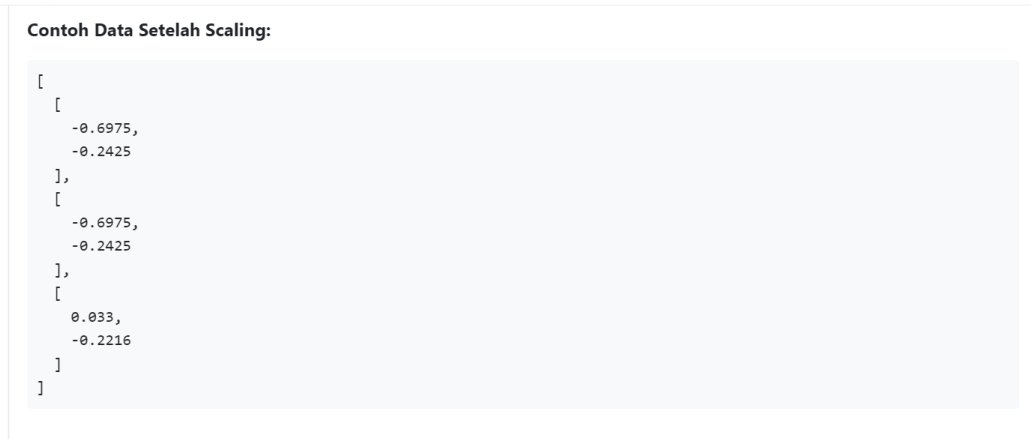
Gambar 4.7. Proses Menjalankan Clustering

Setelah tombol ditekan, sistem mengambil semua data sekolah dari database. Data ini mencakup fitur-fitur seperti tahun berkontribusi, total kontribusi siswa, dan status MGM (Mitra/Non-Mitra). Data mentah kemudian diubah menjadi format yang dapat diproses oleh algoritma. Selanjutnya, data diproses dengan StandardScaler untuk menyamakan skala fitur-fiturnya, agar perbedaan nilai tidak memengaruhi hasil *clustering*.

Analisis berhasil diselesaikan. ✕

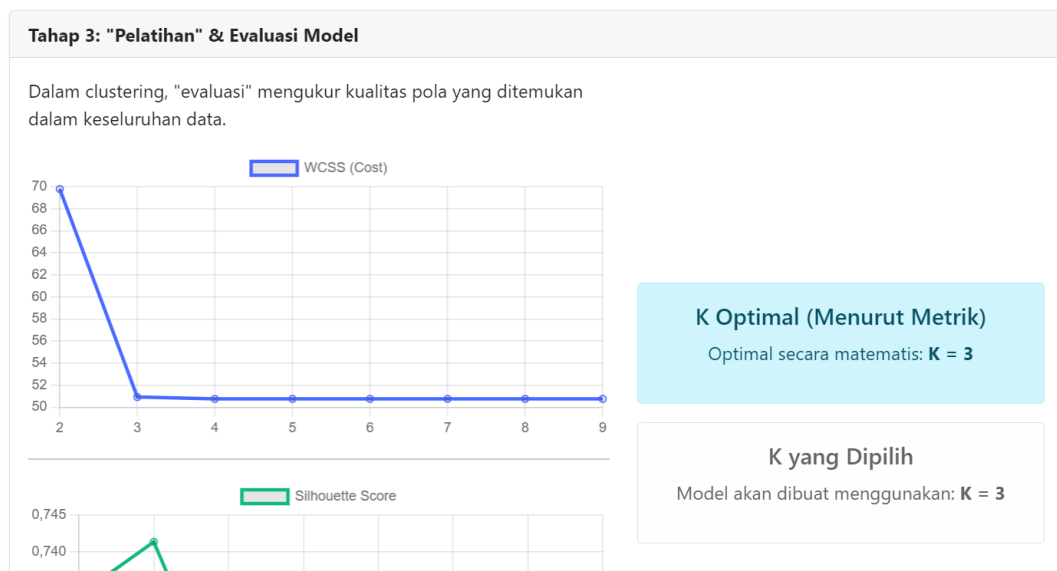
Tahap 1 & 2: EDA dan Preprocessing		
Analisis Data Eksploratif (Total 177 Data)		
Statistik	Tahun Berkontribusi	Total Kontribusi
25%	1	1
50%	1	1
75%	3	5
Count	177	177
Max	5	402
Mean	1.95	12.59
Min	1	1
Std	1.37	47.93

Gambar 4.8. Tahapan Analisa Data



Gambar 4.9. Tampilan Contoh Data Secara *Scaling*

Sistem menjalankan algoritma K-Medoids secara iteratif untuk menentukan jumlah *cluster* (nilai K) yang paling optimal. Algoritma ini mencoba beberapa nilai K (dari 2 hingga 10) dan mengevaluasi hasilnya menggunakan metrik seperti *silhouette score* dan WCSS (biaya). Dari evaluasi tersebut, sistem merekomendasikan nilai K yang secara matematis optimal, meskipun model final dibuat dengan nilai K yang telah ditentukan (dalam kasus ini, K=3).



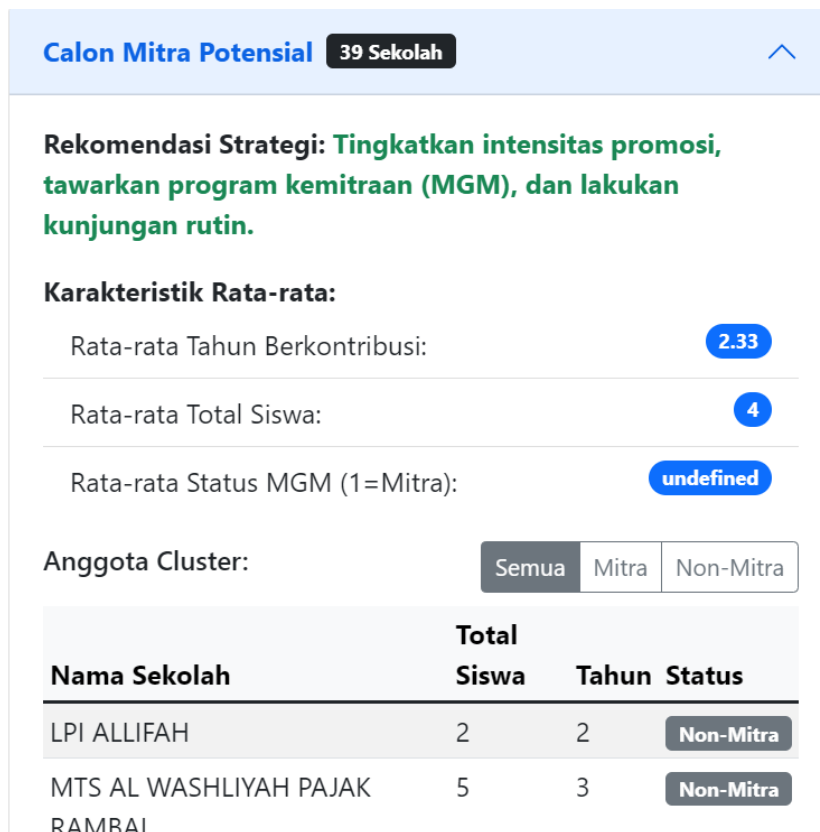
Gambar 4.10. Tahap Pelatihan dan Evaluasi Model

Setelah model dilatih, setiap sekolah diberi label *cluster*. Sekolah-sekolah ini dikelompokkan ke dalam tiga kategori: "Calon Mitra Potensial," "Mitra Loyal Potensi Tertinggi," dan "Kontributor Insidental," dengan deskripsi dan rekomendasi strategi promosi yang spesifik untuk setiap kelompok. Halaman hasil menampilkan ringkasan karakteristik rata-rata setiap *cluster*, seperti rata-rata tahun berkontribusi dan total kontribusi siswa, untuk memudahkan pengguna memahami pola yang terbentuk.

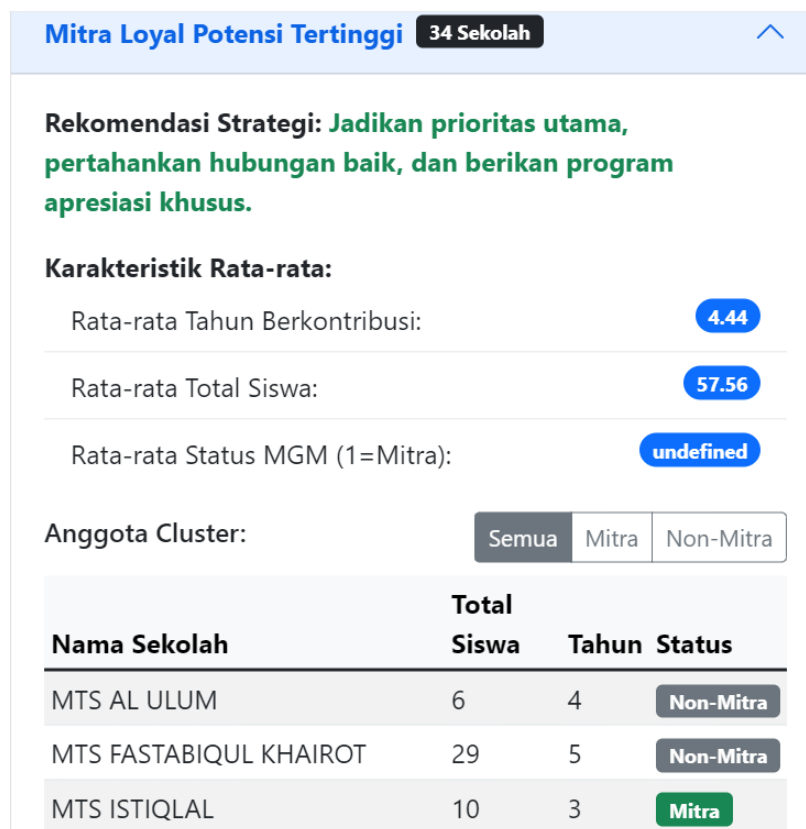


Gambar 4.11. Hasil dan Interpretasi

Setelah model dilatih, setiap sekolah diberi label *cluster*. Sekolah-sekolah ini dikelompokkan ke dalam tiga kategori: "Calon Mitra Potensial," "Mitra Loyal Potensi Tertinggi," dan "Kontributor Insidental," dengan deskripsi dan rekomendasi strategi promosi yang spesifik untuk setiap kelompok. Halaman hasil menampilkan ringkasan karakteristik rata-rata setiap *cluster*, seperti rata-rata tahun berkontribusi dan total kontribusi siswa, untuk memudahkan pengguna memahami pola yang terbentuk.



Gambar 4.12. Contoh Detail Pengelompokkan Cluster



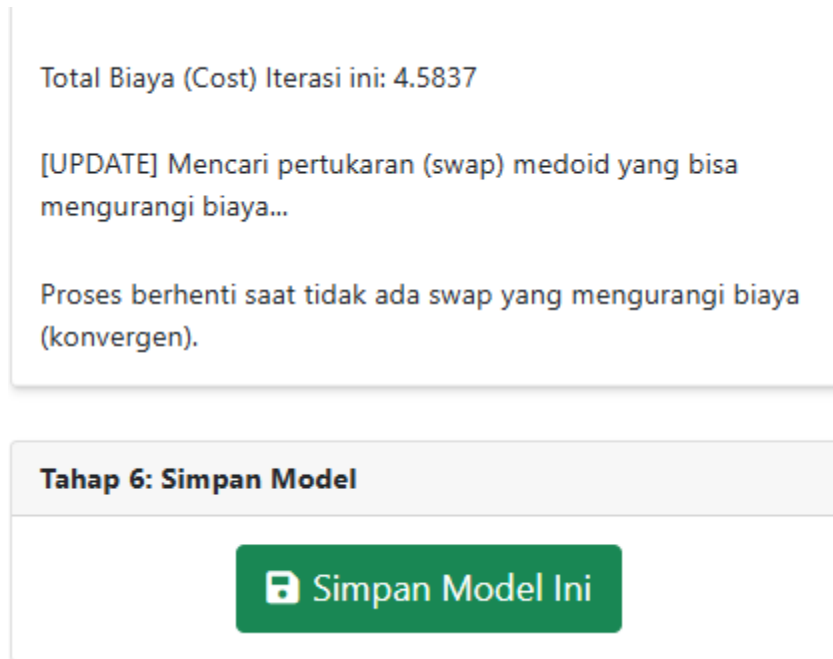
Gambar 4.13. Hasil Pengelompokkan Untuk Cluster Kedua

Pengguna juga dapat melihat distribusi pengelompokan cluster dalam bentuk grafik batang dan juga dapat melihat dengan mudah jumlah setiap sekolah yang masuk dalam *cluster*.



Gambar 4.14. Grafik Cluster

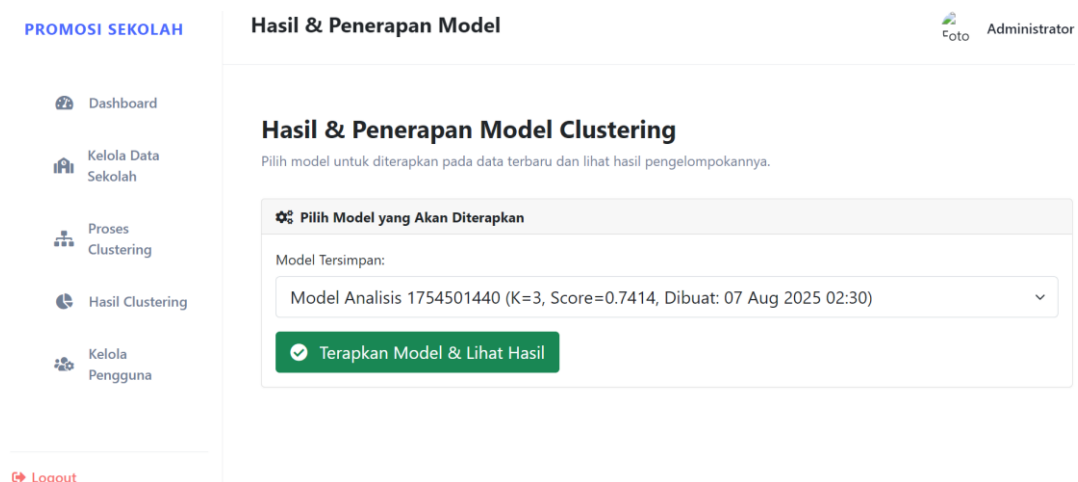
Pengguna dapat meninjau hasil analisis dan, jika puas, menekan tombol "Simpan Model Ini". Tindakan ini akan menyimpan model yang sudah terlatih, termasuk *pipeline* pra-pemrosesan data, ke dalam sebuah file di server. Metadata model, seperti nama model, nilai K, dan skor evaluasi, juga dicatat ke database untuk referensi di masa mendatang. Model yang telah disimpan ini dapat digunakan kembali untuk menerapkan *clustering* pada data sekolah yang lebih baru di masa depan.



Gambar 4.15. Pilihan untuk Menyimpan Model

7. Implementasi Tampilan Hasil *Clustering*

Gambar dibawah ini menunjukkan halaman "Hasil & Penerapan Model" yang memungkinkan pengguna memilih model clustering yang telah disimpan sebelumnya untuk diterapkan. Pengguna dapat memilih model dari menu dropdown yang berisi detail seperti nilai K, skor, dan tanggal pembuatan, lalu menekan tombol untuk menerapkan model tersebut pada data terbaru dan melihat hasilnya.



Gambar 4.16. Implementasi Tampilan Hasil Clustering

Model berhasil diterapkan. Hasil ditampilkan di bawah. ✕

⚙️ Pilih Model yang Akan Diterapkan

Model Tersimpan:

Model Analisis 1754501440 (K=3, Score=0.7414, Dibuat: 07 Aug 2025 02:30) ▼

✓ Terapkan Model & Lihat Hasil

Calon Mitra Potensial - 39 Sekolah ▼

Mitra Loyal Potensi Tertinggi - 34 Sekolah ▼

Kontributor Insidental - 104 Sekolah ▼

Gambar 4.17. Tampilan Setelah Proses Selesai

8. Implementasi Tampilan Kelola Pengguna

Halaman ini adalah antarmuka untuk mengelola pengguna sistem, yang menampilkan daftar pengguna yang terdaftar. Terdapat tabel yang berisi detail pengguna seperti nama lengkap, username, dan peran. Halaman ini juga dilengkapi dengan tombol untuk menambah pengguna baru, serta tombol "Edit" dan "Hapus" untuk setiap pengguna, yang memungkinkan administrator melakukan manajemen akun.

PROMOSI SEKOLAH

- Dashboard
- Kelola Data Sekolah
- Proses Clustering
- Hasil Clustering
- Kelola Pengguna

Kelola Pengguna

Foto Rizky Wira Nanda Pasaribu

Kelola Pengguna Sistem

Daftar pengguna yang dapat mengakses sistem.

+ Tambah Pengguna Baru

#	Nama Lengkap	Username	Peran	Aksi
1	Administrator	admin	admin	Edit Hapus
2	Rizky Wira Nanda Pasaribu	begg	admin	Edit Hapus

Gambar 4.18. Tampilan Kelola Pengguna

4.3. Pengujian Program

Berikut adalah tabel pengujian program berdasarkan metode *Black Box Testing* yang dirancang untuk memastikan fungsionalitas sistem berjalan sesuai rancangan.

Tabel 4.3. Tabel Pengujian Program

No .	Fungsionalitas	Skenario Pengujian	Masukan (Input)	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	Login				
1.1		Memastikan pengguna dapat masuk ke sistem dengan kredensial yang valid	Memasukkan username dan password yang benar	Sistem memberikan hak akses dan mengarahkan pengguna ke halaman Dashboard	Valid
1.2		Memastikan sistem menolak akses dengan kredensial yang salah	Memasukkan username atau password yang salah	Sistem menampilkan pesan kesalahan	Valid
2	Kelola Data Sekolah				

2.1		Memastikan pengguna dapat menambah data sekolah baru	Mengisi formulir tambah data sekolah dengan nama sekolah, status MGM, total kontribusi siswa, dan tahun berkontribusi	Data sekolah baru tersimpan di database dan daftar sekolah diperbarui	Valid
2.2		Memastikan pengguna dapat mengubah data sekolah yang sudah ada	Memilih data sekolah, mengubah informasinya, dan mengirimkan formulir perubahan	Data sekolah di database berhasil diperbarui dan notifikasi sukses ditampilkan	Valid
2.3		Memastikan pengguna dapat menghapus data sekolah	Memilih opsi hapus pada salah satu data sekolah	Data sekolah berhasil dihapus dari database dan daftar sekolah diperbarui	Valid
3	Proses Clustering				
3.1		Memastikan proses clustering dapat dijalankan	Memilih menu "Proses Clustering" dan menekan tombol "Jalankan Analisis Baru"	Sistem mengambil dataset sekolah dari database, menjalankan algoritma K-Medoids, menyimpan hasilnya, dan menampilkan notifikasi	Valid

				"Proses Selesai"	
4	Hasil & Penerapan Model				
4.1		Memastikan hasil clustering dapat dilihat dengan benar	Memilih menu "Hasil Clustering"	Sistem mengambil data hasil clustering dari database dan menampilkannya dalam format yang mudah dipahami	Valid
4.2		Memastikan pengguna dapat menerapkan model yang sudah disimpan	Memilih model dari menu dropdown dan menekan tombol "Terapkan Model & Lihat Hasil"	Sistem menerapkan model tersebut pada data terbaru dan menampilkan hasilnya	Valid
5	Kelola Pengguna				
5.1		Memastikan admin dapat menambah pengguna baru	Mengisi formulir tambah pengguna dengan nama lengkap, username, password, dan peran	Data pengguna baru tersimpan di database dan daftar pengguna diperbarui	Valid

5.2		Memastikan admin dapat mengubah data pengguna	Memilih opsi "Edit" pada pengguna, mengubah data, dan menyimpannya	Data pengguna di database berhasil diperbarui dan notifikasi sukses ditampilkan	Valid
5.3		Memastikan admin dapat menghapus pengguna	Memilih opsi "Hapus" pada pengguna	Data pengguna berhasil dihapus dari database dan notifikasi sukses ditampilkan	Valid
6	Logout				
6.1		Memastikan pengguna dapat keluar dari sistem dengan aman	Mengklik tombol "Logout"	Sistem mengakhiri sesi pengguna dan mengarahkan kembali ke halaman login	Valid

4.4. Kelebihan dan Kelemahan Program

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut merupakan kelebihan dan kelemahan untuk program yang telah dibuat

A. Kelebihan Program

Kelebihan dari program yang telah dibangun adalah sebagai berikut :

1. Sistem ini menggunakan algoritma K-Medoids yang memiliki keunggulan dalam menangani data dengan *outlier* (pencilan) dan menghasilkan *cluster* yang lebih stabil dibandingkan dengan algoritma K-Means.
2. Algoritma K-Medoids menggunakan titik data aktual (*medoid*) sebagai pusat *cluster*, sehingga hasil pengelompokan menjadi lebih representatif dan mudah diinterpretasikan

3. Sistem ini menyediakan pendekatan berbasis data untuk menentukan strategi promosi yang lebih efektif dan tepat sasaran. Dengan mengelompokkan sekolah berdasarkan potensi kontribusi, SMK Bina Satria dapat memfokuskan promosi pada sekolah yang berpotensi tinggi.
4. Sistem ini menyediakan visualisasi hasil analisis, termasuk grafik evaluasi model dan detail karakteristik setiap cluster, yang berfungsi sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan promosi.

B. Kelemahan Program

1. Penelitian ini hanya menggunakan algoritma K-Medoids dan tidak membandingkannya dengan algoritma clustering lain seperti K-Means atau X-Means. Hal ini berbeda dengan beberapa penelitian terdahulu yang melakukan perbandingan untuk menemukan algoritma terbaik.
2. Meskipun sistem menggunakan *Elbow Method* dan *Silhouette Score* untuk menentukan jumlah *cluster* yang optimal, dokumen menyebutkan bahwa terkadang grafik *Elbow Method* tidak memiliki titik yang jelas, dan *Silhouette Score* mungkin tidak selalu efektif untuk *cluster* dengan bentuk atau ukuran yang tidak teratur.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari seluruh proses penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan algoritma K-Medoids dalam pengelompokan sekolah asal siswa SMK Bina Satria mampu memberikan hasil yang relevan dan bermanfaat. Pengelompokan dilakukan berdasarkan dua variabel utama, yaitu total jumlah siswa yang masuk dari masing-masing sekolah dan status kemitraan Member Get Member (MGM). Hasilnya, data berhasil dikelompokkan ke dalam tiga kategori atau cluster yang mencerminkan kondisi nyata dari sekolah-sekolah mitra.

Cluster pertama diisi oleh sekolah-sekolah yang memiliki kontribusi siswa tertinggi dan secara aktif terlibat dalam program MGM. Cluster kedua merupakan sekolah dengan kontribusi sedang namun memiliki potensi besar untuk dijadikan mitra strategis ke depannya. Sementara itu, cluster ketiga terdiri dari sekolah-sekolah yang belum menjadi mitra atau hanya memberikan kontribusi kecil secara tidak konsisten. Segmentasi ini memberikan gambaran yang jelas dan dapat dijadikan acuan dalam menyusun strategi promosi yang lebih efektif dan tepat sasaran.

Selain itu, sistem berbasis web yang dirancang dalam penelitian ini juga berjalan dengan baik. Sistem ini tidak hanya membantu dalam mengelola dan menganalisis data, tetapi juga menyajikan hasil clustering dalam tampilan yang mudah dipahami. Dengan adanya sistem ini, pihak sekolah memiliki alat bantu yang dapat mendukung pengambilan keputusan promosi secara lebih cepat, objektif, dan

berbasis data. Harapannya, sistem ini dapat terus dikembangkan dan dimanfaatkan untuk mendukung strategi promosi SMK Bina Satria di masa mendatang.

5.2. Saran

Berikut beberapa saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk pengembangan dan tindak lanjut:

1. SMK Bina Satria disarankan untuk memfokuskan upaya promosi pada sekolah yang tergolong dalam cluster potensial dan loyal, seperti pemberian insentif tambahan atau program kunjungan intensif.
2. Sistem ini akan lebih efektif jika data sekolah asal dan kontribusinya diperbarui secara rutin setiap tahun ajaran, sehingga hasil clustering tetap relevan untuk pengambilan keputusan promosi.
3. Untuk tahap lanjutan, sistem sebaiknya dilengkapi dengan modul evaluasi efektivitas promosi berbasis data historis, agar pihak sekolah dapat menilai dampak dari setiap strategi yang diterapkan terhadap peningkatan jumlah pendaftar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, E. A., Anwar, A. A., Lestari, M. T., Djuwita, A., Giri, R. R. W., & Millanyani, H. (2024). Motion Graphic Sebagai Media Promosi SMK Telkom 1 Medan Sumatera Utara. *Jurnal Seni, Desain Dan Budaya*, 9, 249–262. <https://doi.org/10.36982/jsdb.v8i1>
- Ahmadar, M., & Perwito. (2021). PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENJUALAN BERBASIS WEB PADA RAHAYU PHOTO COPY DENGAN METODE MySQL. *Jurnal EKBIS*, 9(1).
- Al-Khowarizmi, Nasution, M. D., Sary, Y., & Bela. (2024). Clustering of uninhabitable houses using the optimized apriori algorithm (Google, Trans.). *Computer Science and Information Technologies*, 5(2), 150–159. <https://doi.org/10.11591/csit.v5i2.pp150-159>
- Anggreini, N. L. (2019). TEKNIK CLUSTERING DENGAN ALGORITMA K-MEDOIDS UNTUK MENANGANI STRATEGI PROMOSI DI POLITEKNIK TEDC BANDUNG. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Pendidikan*, 12, 1–7. <http://tip.ppj.unp.ac.id>
- Ari Nurjani, M., Mulyadi, I., & Taryanto, A. (2021). Sistem Informasi Persediaan Barang Menggunakan Framework Bootstrap dan Bahasa Pemrograman PHP MYSQL. *CBIS JOURNAL*, 04(02), 50–57. <http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/cbis>
- Darma, S., & Nurcahyo, G. W. (2021). Klasterisasi Teknik Promosi dalam Meningkatkan Mutu Kampus Menggunakan Algoritma K-Medoids. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 3, 89–94. <https://doi.org/10.37034/infeb.v3i3.87>
- Fahrudin, Saphira, R. C., & Testiana, G. (2024). Data Mining Analysis for Assessing Students' Proficiency in Scientific Writing. *Indonesian Research Journal in Education*, 8, 475–489. <https://doi.org/10.22437/irje>
- Firlando, J., Franko, B., Pratama Tanzil, S., Wilyanto, N., Christianto Tan, H., & Hartati M Kom, E. (2023). Pembuatan Website Menggunakan Visual Studio Code di SMA Xaverius 3 Palembang. *JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT*, 3(1), 2023.
- Hardiyanti, F., Tambunan, H. S., & Saragih, I. S. (2019). PENERAPAN METODE K-MEDOIDS CLUSTERING PADA PENANGANAN KASUS DIARE DI INDONESIA. *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi Dan Komputer)*, 3(1). <https://doi.org/10.30865/komik.v3i1.1666>
- Hariyanti, I. (2024). *PREDIKSI HARGA JUAL KOMODITI KOPI ARABIKA DENGAN ALGORITMA REGRESI LINIER (STUDI KASUS KOPERASI USAHA TANI GAYO)*.
- Hartiwati, E. N. (2022). APLIKASI INVENTORI BARANG MENGGUNAKAN JAVA DENGAN PHPMYADMIN. *Cross-Border*, 5(1), 601–610.

- Hidayat, A., Yani, A., Rusidi, & Saadulloh. (2019). MEMBANGUN WEBSITE SMA PGRI GUNUNG RAYA RANAU MENGGUNAKAN PHP DAN MYSQL. *Jurnal Teknik Informatika Mahakarya*, 2(2), 41–52.
- Kaligis, G. B., & Yulianto, S. (2022). ANALISA PERBANDINGAN ALGORITMA K-MEANS, K-MEDOIDS, DAN X-MEANS UNTUK PENGELOMPOKKAN KINERJA PEGAWAI (Studi Kasus: Sekretariat DPRD Provinsi Sulawesi Utara). *Jurnal Penerapan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 01, 179–193.
- Lestari, P., & Saifuddin, M. (2020). Implementasi Strategi Promosi Produk dalam Proses Keputusan Pembelian Melalui Digital Marketing Saat Pandemi Covid'19. *Jurnal Manajemen Dan Inovasi (MANOVA)*, 3(2), 23–31.
- Lubis, P. A. (2024). *ANALISIS KINERJA ALGORITMA K-MEDOIDS DALAM CLUSTERING SISWA MAMPU DAN TIDAK MAMPU*.
- Mshvidobadze, T. (2021a). Python for Automating Machine Learning Tasks. *JINAV: Journal of Information and Visualization*, 2(2), 77–82. <https://doi.org/10.35877/454ri.jinav373>
- Mshvidobadze, T. (2021b). Python for Automating Machine Learning Tasks. *JINAV: Journal of Information and Visualization*, 2(2), 77–82. <https://doi.org/10.35877/454RI.JINAV373>
- Mulyani, H., Setiawan, R. A., & Fathi, H. (2023). Optimization of K Value in Clustering Using Silhouette Score (Case Study: Mall Customers Data). *Journal of Information Technology and Its Utilization*, 6(2), 45–50. <https://doi.org/10.56873/JITU.6.2.5243>
- Naldo, N., Sidratul Munti, N. Y., & Adeswastoto, H. (2021). Design and Build a Website-Based Mechanic Information System in Bangkinang City (Analysis System). *Journal of Engineering Science and Technology Management | ISSN*, 1(2), 2828–7886.
- Nasari, F., & Am, A. N. (2023). Implementasi K-Medoids Clustering Dalam Pengelompokkan Harga 8 Jenis Minyak Goreng. *SCIENCE AND INFORMATION TECHNOLOGY*, 6, 124–136. <https://doi.org/https://doi.org/10.31598>
- Ningsih, D. N., & Hidayat Rusno, C. W. (n.d.). PENGARUH STRATEGI PROMOSI DAN SOCIAL MEDIA TERHADAP MINAT BELI GARSKIN YANG DIMEDIASI WORD OF MOUTH. *Journal Riset Mahasiswa Manajemen (JRMM)*, 6(1), 1–6. <http://ejournal.unikama.ac.id>
- Rahmah, E., Haerani, E., Nazir, A., & Ramadhani, S. (2022). Penerapan Algoritma K-Medoids Clustering Untuk Menentukan Srategi Promosi Pada Data Mahasiswa (Studi Kasus : Stikes Perintis Padang). *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi*, 5(3), 556–564.
- Romzi, M., & Kurniawan, B. (2020a). Implementasi Pemrograman Python Menggunakan Visual Studio Code. *JIK*, XI(2). www.python.org

- Romzi, M., & Kurniawan, B. (2020b). Implementasi Pemrograman Python Menggunakan Visual Studio Code. *Jurnal Informatika Dan Komputer*, 11(2). <https://jurnal.unmaha.ac.id/index.php/jik/article/view/11>
- Shutaywi, M., & Kachouie, N. N. (2021). Silhouette Analysis for Performance Evaluation in Machine Learning with Applications to Clustering. *Entropy* 2021, Vol. 23, Page 759, 23(6), 759. <https://doi.org/10.3390/E23060759>
- Siregar, R. (2019). *STRATEGI PROMOSI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN TARUNA MASMUR PEKANBARU DALAM MENARIK MINAT CALON SISWA BARU*.
- Sofia, A. (2023). K-MEANS CLUSTERING USING ELBOW METHOD IN CASE OF DIABETES MILLETUS TYPE II IN INDONESIA. *Journal of Statistical Methods and Data Science* , 1(2), 1–8. <https://doi.org/10.31258/JSMD.S.V1I2.5>
- U. C, N., N.J, N., & J. N, O. (2023). APPLICATIONS OF KNOWLEDGE DISCOVERY AND DATABASE (KDD) IN CLINICAL DECISION SUPPORT SYSTEM. *Engineering and Technology Journal*, 08(11), 2954–2961. <https://doi.org/10.47191/etj/v8i11.02>
- Wala, J., Herman, H., Umar, R., & Suwanti, S. (2024). Heart Disease Clustering Modeling Using a Combination of the K-Means Clustering Algorithm and the Elbow Method. *Scientific Journal of Informatics*, 11(4), 903–914. <https://doi.org/10.15294/SJI.V11I4.14096>
- Yulianti, Utami, D. Y., & Hikmah, N. (2019). Implementasi Data Mining Menentukan Game Android Paling Diminati Dengan Algoritma Apriori. *Jurnal Komputer Dan Informatika Universitas Bina Sarana Informatika*, 21(1), 29–34. <https://doi.org/10.31294/p.v20i2>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Riset Pendahuluan



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<https://fiki.umsu.ac.id> fiki@umsu.ac.id [fumsu](#) [umsu](#) [umsu](#) [umsu](#)

Nomor : 497/II.3-AU/UMSU-09/F/2025 Medan, 20 Dzulhijjah 1446 H
Lampiran : - 16 Juni 2025 M
Perihal : **IZIN RISET PENDAHULUAN**

Kepada Yth.

Bapak/Ibu Pimpinan

SMK Bina Satria

Jl. Marelan Raya Ps. I Rel No.1, Tanah Enam Ratus,

Kec. Medan Marelan, Kota Medan, Sumatera Utara 20245

Di Tempat

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan hormat, sehubungan mahasiswa kami akan menyelesaikan studi, untuk itu kami memohon kesediaan Bapak / Ibu untuk memberikan kesempatan pada mahasiswa kami melakukan riset di **Perusahaan / Instansi** yang Bapak / Ibu pimpin, guna untuk penyusunan skripsi yang merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Program **Studi Strata Satu (S-1)**

Adapun Mahasiswa/i di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tersebut adalah:

Nama : Rizky Wira Nanda Pasaribu
Npm : 2109010019
Jurusan : Sistem Informasi
Semester : VIII (Delapan)
Judul : Implementasi Algoritma K-Medoids dalam Sistem Clustering untuk Penentuan Strategi Promosi di SMK Bina Satria
Email : rizkywirananda69@gmail.com
Hp/Wa : 083163896801

Demikianlah surat kami ini, atas perhatian dan kerjasama yang Bapak / Ibu berikan kami ucapkan terimakasih

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh



Dekan

Dr. A. Khawarizmi, M.Kom.
NIDN : 0127099201

Cc.File



Lampiran 2. Surat Balasan Selesai Riset



YAYASAN PENDIDIKAN BINA SATRIA SMK SWASTA BINA SATRIA

TEKNIK KENDARAAN RINGAN – TEKNIK SEPEDA MOTOR
MANAJEMEN PERKANTORAN – TEKNIK KOMPUTER DAN JARINGAN

STATUS : TERAKREDITASI “A”

NSS : 324076010036 NDS : G.17074301 NPSN : 10211071

Jln. Marelan IX No. 1 Kel. Tanah Enam Ratus Kec. Medan Marelan – Medan 20245 Telp : 061-6853280 Web : www.yp-binasatria.sch.id Email : smkbinasatria@gmail.com

Nomor : 09.022/YPBS-SMK/RST/VI/2025

Lamp. : -

Perihal : Selesai Penelitian

Kepada Yth :

Dekan/Wakil Dekan Bidang Akademik

Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Jl. Mukhtar Basri No.3 Medan

Di –

Tempat.

Dengan hormat,

Sehubungan dengan surat Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Nomor : 497/II.3-AU/UMSU-

09/F/2025 tertanggal 16 Juni 2025, perihal Izin Riset atas nama :

No.	N a m a	NIM	Jenjang	Fakultas
1.	Rizky Wira Nanda Pasaribu	2109010019	S-1	Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi

Berkaitan dengan hal tersebut di atas, Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Swasta Bina Satria menyampaikan kepada mahasiswa Bapak/Ibu bahwa penelitian benar telah selesai dilaksanakan untuk mulai tanggal 17 Juni s.d 19 Juni 2025. Adapun Judul Penelitiannya : ***“Implementasi Algoritma K-Medoids dalam Sistem Clustering untuk Penentuan Strategi Promosi di SMK Bina Satria”***.

Demikian surat ini kami sampaikan dengan sebenarnya, agar dapat digunakan sebagaimana mestinya. Atas kerjasamanya diucapkan terima kasih.



Lampiran 3. Dokumentasi Riset Tempat Penelitian



Lampiran 4. Berita Acara Pembimbingan Skripsi



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
 UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019
 Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
 Mpa/pt@umsu.ac.id Sid@umsu.ac.id iumsu@umsu.ac.id umsumedan umsumedan umsumedan umsumedan

Berita Acara Pembimbingan Skripsi

Nama Mahasiswa : RIZKY WITA NADA P Program Studi : Sistem Informasi
 NPM : 2103010019 Konsentrasi : Data Mining
 Nama Dosen Pembimbing : Dr. Marah Doly Nasution, Judul Penelitian : Implementasi Algoritma K-Means dalam Sistem Clustering untuk Penentuan Strategi Promosi di SMK
 S.Pd., M. Si Bina Satria

Item	Hasil Evaluasi	Tanggal	Paraf Dosen
	Bab 1. Ri	+	
	Bab 2. Sistem Informasi	+	
	Bab 3. Instr yg di	+	
	Gun. pns	+	
	Beris	+	
	Penerj Baga Spheri	+	
	Heir luphuts.	+	
	Drft psfr.		
	ke di sedase	+	

Medan, 04 Agustus 2025

Diketahui oleh :

Ketua Program Studi
Sistem Informasi

Martiano S.Pd., S.Kom., M.Kom

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing

Dr. Marah Doly Nasution, S.pd., M.Si



Lampiran 5. LOA Jurnal



LETTER OF ACCEPTANCE

Dear Corresponding Author **Rizky Wira Nanda Pasaribu**

We are pleased to inform you that your submission ID: **1743-JAIEA** titled **Implementation of the K-Medoids Algorithm in a Clustering System for Determining Promotional Strategies at SMK Bina Satria "** having author(s): **Rizky Wira Nanda Pasaribu, Marah Doly Nasution** for publication in **Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications** (E-ISSN 2808-4519), Accredited by Sinta Rank 5. The acceptance decision was based on the reviewers' evaluation after double-blind peer review and the chief editor's **approval**.

You shall submit the Open Access processing fee (Rp.300.000,- / \$20.00) please use transfer/bank draft to:

Bank : Permata Bank
Account Name : Akim Manaor Hara Pardede
Account Number (IDR)/(USD) : 4119651064
Swift Code : BBBAIDJ10SS

After performing the bank transfer, please email a copy of the transaction to jaiea@ioinformatic.org for with subject [Payment for: Your paper id, author's name]. All bank charges are to be covered by the author. Payments made are NOT refundable.

Kindly proceed with registration fee submission for slot allocation in **15th October 2025, Vol. 5, No. 1**. The final updated copy can be submitted at a later time after slot reservation.

We shall encourage more quality submissions from you and your colleagues in the future.

Please do acknowledge receiving this notification.

Regards,



Dr. Ir. Akim Manaor Hara Pardede, ST., M.Kom
Editor-in-Chief
Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications (JAIEA)

Lampiran 6. Hasil Turnitin

IMPLEMENTASI ALGORITMA K-MEDOIDS DALAM SISTEM CLUSTERING UNTUK PENENTUAN STRATEGI PROMOSI DI SMK BINA SATRIA

ORIGINALITY REPORT			
28%	25%	12%	17%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS
PRIMARY SOURCES			
1	Submitted to Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Student Paper	3%	
2	repository.umsu.ac.id Internet Source	1%	
3	pdfs.semanticscholar.org Internet Source	1%	
4	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	1%	
5	Submitted to Universitas Muria Kudus Student Paper	1%	
6	Submitted to Universitas Putera Batam Student Paper	1%	
7	journal.unj.ac.id Internet Source	1%	
8	media.neliti.com Internet Source	<1%	
9	docplayer.info Internet Source	<1%	
10	jres1.ejournal.unsri.ac.id Internet Source	<1%	