

**KLASTERISASI MINAT DAN BAKAT SISWA
MENGUNAKAN METODE X-MEANS BERBASIS WEB**

(Studi Kasus: SMA Negeri 1 Hamparan Perak)

DISUSUN OLEH

Elca Popi Amada

2109010010



**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI**

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2025

**KLASTERISASI MINAT DAN BAKAT SISWA
MENGUNAKAN METODE X-MEANS BERBASIS WEB**

(Studi Kasus: SMA Negeri 1 Hamparan Perak)

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**

ELCA POPI AMADA

NPM. 2109010010

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

MEDAN

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : KLASTRERISASI MINAT DAN BAKAT SISWA
MENGUNAKAN METODE X-MEANS BERBASIS
WEB (Studi Kasus: SMA Negeri 1 Hamparan Perak)

Nama Mahasiswa : ELCA POPI AMADA

NPM : 2109010010

Program Studi : SISTEM INFORMASI

Menyetujui

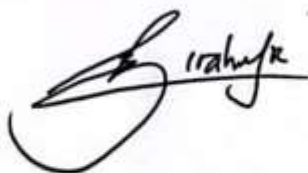
Komisi Pembimbing



(Andi Zulherry, S.Kom., M.Kom.)

NIDN. 0129117901

Ketua Program Studi



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

NIDN. 0116079201

Dekan



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

NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

KLASTERISASI MINAT DAN BAKAT SISWA MENGUNAKAN METODE X-MEANS BERBASIS WEB (Studi Kasus: SMA Negeri 1 Hamparan Perak)

SKRIPSI

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

Medan, 13 Oktober 2025

Yang membuat pernyataan



Elca Popi Amada

NPM. 2109010010

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS

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

Nama : Elca Popi Amada
NPM : 2109010010
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:

KLASTERISASI MINAT DAN BAKAT SISWA
MENGGUNAKAN METODE X-MEANS BERBASIS WEB

(Studi Kasus: SMA Negeri 1 Hamparan Perak)

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, 13 Oktober 2025

Yang membuat pernyataan



Elca Popi Amada

NPM. 2109010010

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Elca Popi Amada
Tempat dan Tanggal Lahir : Medan, 06 Oktober 2003
Alamat Rumah : Jalan Karya Gg Bersama LKX Karang Berombak
Telepon/Faks/HP : 082275987739
E-mail : elcapopia@gmail.com
Instansi Tempat Kerja : -
Alamat Kantor : -

DATA PENDIDIKAN

SD	: SDN 067097	TAMAT: 2015
SMP	: YPI Amir Hamzah	TAMAT: 2018
SMA	: SMA DHARMAWANGSA	TAMAT: 2021

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan kasih-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “KLAUSTERISASI MINAT DAN BAKAT SISWA MENGGUNAKAN METODE X-MEANS BERBASIS WEB” disusun untuk memenuhi syarat yang diperlukan dalam mencapai gelar Sarjana Komputer di Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penyusunan skripsi ini telah melalui proses yang sangat panjang sesuai dengan kebijakan yang diberlakukan oleh pihak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Untuk menyempurnakan penyusunan skripsi ini, penulis banyak memperoleh bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan 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. Ibu Dr. Firahmi Rizky, S.Kom.,M.Kom. Ketua Program Studi Sistem Informasi.
4. Bapak Mahardika Abdi Prawira Tanjung, S.Kom., M.Kom. Sekretaris Program Studi Sistem Informasi.
5. Bapak Andi Zulherry, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing skripsi penulis yang telah bersedia meluangkan waktu memberikan saran, arahan dan dukungan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Indah Purnama Sari, ST.,M.Kom dan Ibu Fatma Sari Hutagalung, M.Kom. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran, arahan, motivasi, dan dukungan kepada penulis sehingga dapat menyempurnakan skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Jurusan Sistem Informasi yang telah memberikan pengajaran dan bimbingan selama mengikuti perkuliahan di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Ibu Desy Ariani, Ss., selaku Kepala Sekolah SMAN Hamparan Perak, seluruh guru-guru, staf tata usaha, pegawai dan seluruh peserta didik SMAN Hamparan Perak yang telah bersedia meluangkan waktu dan membantu penelitian.

9. Mama, Dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur yang tak terhingga, lembar ucapan terima kasih ini saya dedikasikan secara khusus untuk bidadari tak bersayap dalam hidup saya Mama (Dra, Aida Supriati Hasibuan), skripsi ini adalah bukti dari setiap tetes keringat, doa yang tak pernah putus, dan dukungan moral serta materi yang Mama berikan sejak saya memulai langkah pertama di dunia perkuliahan hingga garis akhir penulisan karya ilmiah ini. Terima kasih, Ma. Terima kasih telah menjadi Sumber Kekuatan, Pendengar Terbaik dan Doa Terbaik. Skripsi ini bukan hanya milik saya, tetapi juga merupakan pencapaian bersama, buah dari kesabaran dan keikhlasan Mama. Saya persembahkan gelar ini sebagai hadiah kecil atas segala cinta dan pengorbanan yang takkan pernah bisa saya balas. Semoga Mama bangga.
10. Dea Amada, Selaku kakak penulis. Terima kasih tak terhingga saya sampaikan kepada kakak perempuan saya yang luar biasa, Kakak telah menjadi sosok panutan dan mentor yang tak ternilai harganya selama proses penulisan skripsi ini. Terima kasih atas dukungannya.
11. Keluarga besar Opung Hasibuan, atas doa dan dukungan tiada henti. Terlebih kepada Bunda Lely, Etek Nina, Perisha Elsa Sahira dan Opung Regar yang selalu menjadi tempat penulis berbagi cerita, menolong penulis, dan memberi dukungan penuh terhadap penulis sampai akhir.
12. Farhan Mubin, terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup saya. Berkontribusi banyak dalam penulisan karya tulis ini, baik tenaga, waktu, maupun materi kepada saya. Telah menjadi rumah, pendamping dalam segala hal yang menemani, mendukung ataupun menghibur dalam kesedihan, mendengar keluh kesah, memberikan semangat untuk pantang menyerah. Terimakasih telah berjuang bersama sampai detik ini.
13. Geng Blackpink yaitu Salsabila Humairoh, Maratul Hasanah Via Ningrum, dan Tiara Lubis yang telah menjadi bagian dari perjalanan perkuliahan yang penuh warna. Terima kasih karena selalu jadi tempat breakdown, tempat curhat skripsi yang isinya 80% mengeluh dan 20% nangis. Terima kasih untuk deadline mandiri yang kalian ciptakan, tumpukan snack di saat kritis, dan semua tawa serta drama yang kita lalui selama berjuang di kampus ini. Finally, we made it, guys! Semangat terus untuk mengejar mimpi masing-masing!
14. Siti Aspurina selaku sahabat penulis yang selalu memberi dukungan, kekuatan dan mendengar keluh kesah penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.

15. Diri Sendiri, ucapan terima kasih ini saya persembahkan untuk diri saya sendiri, Terima kasih karena telah bertahan. Terima kasih karena tidak menyerah, meski lelah seringkali terasa lebih berat dari tumpukan buku. Terima kasih atas ketekunan dan air mata yang jatuh dalam proses penulisan ini.
16. Semua pihak yang terlibat langsung ataupun tidak langsung yang tidak dapat penulis ucapkan satu-persatu yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan dimasa yang akan datang. Akhir kata, semoga apa yang penulis tuangkan dalam skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk pihak-pihak terkait.

KLASTERISASI MINAT DAN BAKAT SISWA MENGUNAKAN METODE X-MEANS BERBASIS WEB

(Studi Kasus: SMA Negeri 1 Hamparan Perak)

ABSTRAK

Proses identifikasi minat dan bakat siswa di SMA Negeri 1 Hamparan Perak secara konvensional masih mengandalkan observasi guru dan kuesioner manual. Metode ini menyebabkan data yang terkumpul menjadi tidak terstruktur, rentan bias, dan bimbingan yang diberikan berisiko kurang tepat sasaran, yang berpotensi menyebabkan demotivasi dan kesalahan dalam memilih jalur studi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem informasi berbasis web yang mampu mengidentifikasi serta mengelompokkan profil minat dan bakat siswa secara otomatis dan objektif.

Metode yang digunakan adalah Data Mining dengan teknik clustering algoritma X-Means. Algoritma X-Means dipilih karena keunggulannya dalam menentukan jumlah cluster yang paling optimal secara mandiri melalui evaluasi Bayesian Information Criterion (BIC), sehingga lebih adaptif dibandingkan K-Means konvensional. Data yang diolah untuk proses pengelompokan meliputi tiga variabel utama: Kinerja Akademik (nilai rata-rata rapor), Minat Non-Akademik (jumlah partisipasi ekstrakurikuler), dan Keterlibatan Siswa (skor kuesioner keaktifan). Sistem dikembangkan menggunakan PHP dan MySQL untuk manajemen data, sementara komputasi algoritma X-Means diimplementasikan sepenuhnya menggunakan JavaScript pada sisi client (client-side). Kualitas hasil pengelompokan dievaluasi menggunakan Davies-Bouldin Index (DBI).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem informasi berbasis web telah berhasil diimplementasikan, meliputi modul pelatihan model X-Means dengan tahapan terpandu, visualisasi hasil, dan penyimpanan model ke basis data. Algoritma X-Means berhasil diterapkan dengan penentuan jumlah cluster berbasis BIC. Pengelompokan menghasilkan profil-profil siswa yang bermakna, seperti Cluster Siswa Berorientasi Akademik Seimbang, Cluster Siswa yang Membutuhkan Perhatian Akademik dan Motivasi, dan Cluster Siswa Aktif dan Berpotensi Pemimpin. Dengan demikian, sistem ini menyediakan alat bantu keputusan yang objektif dan berbasis data bagi guru bimbingan konseling di SMA Negeri 1 Hamparan Perak, memungkinkan penyusunan program bimbingan yang lebih tepat sasaran dan personal.

Kata Kunci: Klasterisasi, Minat dan Bakat, X-Means, Data Mining, Sistem Informasi Berbasis Web, BIC, DBI.

**WEB-BASED CLUSTERING OF STUDENT
INTERESTS AND TALENTS USING THE X-MEANS METHOD
(Case Study: SMA Negeri 1 Hamparan Perak)**

ABSTRACT

The process of identifying student interests and talents at SMA Negeri 1 Hamparan Perak still conventionally relies on teacher observation and manual questionnaires. This method results in unstructured, bias-prone collected data, and the provided guidance risks being inaccurate, potentially leading to demotivation and errors in selecting study paths. This research aims to design and implement a web-based information system capable of automatically and objectively identifying and grouping student interest and talent profiles.

The method used is Data Mining with the X-Means clustering technique. The X-Means algorithm was chosen for its superiority in independently determining the optimal number of clusters through Bayesian Information Criterion (BIC) evaluation, making it more adaptive than conventional K-Means. The data processed for grouping includes three main variables: Academic Performance (average report card grades), Non-Academic Interest (number of extracurricular participations), and Student Involvement (activity questionnaire scores). The

system was developed using PHP and MySQL for data management, while the X-Means algorithm computation was fully implemented using JavaScript on the client-side. The quality of the grouping results was evaluated using the Davies-Bouldin Index (DBI).

The research results indicate that the web-based information system has been successfully implemented, covering a guided X-Means model training module, result visualization, and model storage to the database. The X-Means algorithm was successfully applied with BIC-based cluster number determination. The grouping yielded meaningful student profiles, such as the Cluster of Balanced Academic-Oriented Students, the Cluster of Students Requiring Academic Attention and Motivation, and the Cluster of Active and Potential Leader Students. Thus, this system provides an objective and data-driven decision-making tool for guidance counselors at SMA Negeri 1 Hamparan Perak, enabling the creation of more targeted and personalized guidance programs.

Keywords: Clustering, Interests and Talents, X-Means, Data Mining, Web-Based Information System, BIC, DBI.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Minat dan Bakat	6
2.2 Data Mining	7
2.3 Clustering	8
2.4 Metode X-Means	8
2.5 Sistem Informasi Berbasis Web	11
2.6 Teknologi Yang Digunakan	13
2.7 Penelitian Terdahulu	15
2.8 Unified Modelling Language (UML)	16
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Pendekatan Penelitian	23
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	23
3.3 Objek dan Variabel Penelitian	23
3.4 Teknik Pengumpulan Data	24

3.5	Metode Pengembangan Sistem	24
ii		
3.6	Teknologi yang digunakan	26
3.7	Desain Sistem	26
3.8	Desain Basis Data.....	50
3.9	Desain <i>User Interface</i>	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		56
4.1.	Perhitungan Manual Algoritma <i>X-Means</i>	56
4.2.	Implementasi Dalam Sistem Berbasis Web	68
4.3.	Pengujian Program	78
4.4.	Kelebihan dan Kelemahan Program.....	80
4.4.1.	Kelebihan Program.....	80
4.4.2.	Kelemahan Program	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		82
5.1	Kesimpulan.....	82
5.2	Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA.....		86
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Gambar Use Case Diagram	27
---	----

Gambar 3. 2 Activity Diagram Login	29
Gambar 3. 3 Activity Diagram Beranda.....	30
Gambar 3. 4 Activity Diagram Data Siswa.....	31
Gambar 3. 5 Activity Diagram Kelola Data Master - Kelas	32
Gambar 3. 6 Activity Diagram Kelola Data Master – Ekstrakurikuler	33
Gambar 3. 7 <i>Activity Diagram</i> Kelola Data Master – Mata Pelajaran	34
Gambar 3. 8 Activity Diagram Kelola Data Kuesioner.....	35

Gambar 3. 9 Activity Diagram Kelola Data Minat dan Bakat	36
Gambar 3. 10 Activity Diagram Model X-Means.....	37
Gambar 3. 11 Activity Diagram Pengelompokkan.....	38
Gambar 3. 12 Activity Diagram Laporan.....	39
Gambar 3. 13 Activity Diagram Logout.....	40
Gambar 3. 14 Sequence Diagram Login	40
Gambar 3. 15 Sequence diagram Beranda	41
Gambar 3. 16 Sequence diagram Kelola Data Siswa	42
Gambar 3. 17 Sequence diagram Data Master - Kelas.....	43
Gambar 3. 18 Sequence Diagram Kelola Data Ekskul.....	44
Gambar 3. 19 Sequence Diagram Kelola Data Mapel.....	45
Gambar 3. 20 Sequence Diagram Kelola Data Kuesioner	46
Gambar 3. 21 Sequence Diagram Kelola Minat dan Bakat.....	47
Gambar 3. 22 Sequence diagram Model X-Means.....	47
Gambar 3. 23 Sequence diagram Clustering	48
Gambar 3. 24 Sequence diagram Laporan	49
Gambar 3. 25 Sequence diagram Logout	49
Gambar 3. 26 Class Diagram.....	50
Gambar 3. 27 Rancangan UI Dashboard.....	53
Gambar 3. 28 Rancangan UI Dashboard.....	53
Gambar 3. 29 Rancangan UI Data Siswa	54
Gambar 3. 30 Rancangan Menu Data Minat dan Bakat.....	54
Gambar 3. 31 Rancangan UI Model X-Means.....	54
Gambar 3. 32 Rancangan UI Pengelompokan.....	55

Gambar 3. 33 Rancangan UI Laporan.....	55
Gambar 3. 34 Rancangan UI Logout.....	55
Gambar 3. 36 Implementasi Form Dashboard	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 1 Implementasi Form Login	69
Gambar 4. 2 Implementasi Form Kelola Data Siswa	70
Gambar 4. 3 Implementasi Menu Kelola Data Siswa	70
Gambar 4. 4 Implementasi Menu Kelola Mata Pelajaran	71
Gambar 4. 5 Implementasi Menu Kelola Data Kuesioner.....	71
Gambar 4. 6 Implementasi Menu Kelola Data Minat dan Bakat	72
Gambar 4. 7 Implementasi Menu Isi Data Minat dan Bakat	73
Gambar 4. 8 Implementasi Menu Input Nilai.....	73
Gambar 4. 9 Tahapan Konfigurasi Data.....	75
Gambar 4. 10 Hasil Interpretasi dan Cluster.....	76
Gambar 4. 11 Implementasi Form Pengelompokkan	77
Gambar 4. 12 Implementasi Menu Laporan.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Terdahulu	15
Tabel 2. 2 Simbol Dalam Use Case.....	17
Tabel 2. 3 Simbol <i>Activity Diagram</i>	18
Tabel 2. 4 Tabel Simbol <i>Sequence diagram</i>	20
Tabel 3. 1 Teknologi yang digunakan	26
Tabel 3. 2 Penjelasan Use Case Diagram.....	28
Tabel 3. 3 Rancangan Tabel Admin.....	50
Tabel 3. 4 Rancangan Tabel Siswa	51
Tabel 3. 5 Rancangan Tabel Minat Bakat	51
Tabel 3. 6 Rancangan Tabel X-Means	51
Tabel 3. 7 Rancangan Tabel Pengelompokan	52
Tabel 4. 1 Data Sampel Siswa untuk Perhitungan Manual	58
Tabel 4. 2 Iterasi 1 - Perhitungan Jarak dan Penentuan Cluster (K=2)	59
Tabel 4. 3 Perbandingan Skor BIC untuk Keputusan Pemecahan Cluster	63
Tabel 4. 4 Hasil Akhir Penugasan Cluster (K=3).....	64
Tabel 4. 5 Rangkuman Perhitungan Davies-Bouldin Index (DBI)	66
Tabel 4. 6 Tabel Penjelasan Menu Model X-Means	74
Tabel 4. 7 Tabel Hasil Analisa X-Means	76
Tabel 4. 8 Tabel Pengujian Program	78

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Proses identifikasi minat dan bakat di SMA Negeri 1 Hamparan Perak menghadapi masalah dalam kurangnya objektivitas dan efisiensi. Hal ini terjadi karena metode yang digunakan saat ini masih bertumpu pada pendekatan konvensional seperti observasi guru dan kuesioner manual. Ketergantungan pada metode ini menyebabkan data yang terkumpul menjadi tidak terstruktur, sulit dianalisis secara mendalam, dan rentan terhadap bias penilai. Akibatnya bimbingan yang diberikan kepada siswa seringkali tidak sepenuhnya berbasis data sehingga berisiko kurang tepat sasaran. Dampak dari bimbingan yang tidak akurat ini sangat signifikan: siswa dapat mengalami demotivasi, salah dalam memilih jurusan di perguruan tinggi, atau bahkan mengalami penurunan prestasi akademik karena tidak belajar sesuai dengan potensi sejatinya. Konsekuensi tersebut menggarisbawahi urgensi untuk menemukan solusi yang lebih objektif dan efisien.

Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini mengusulkan penerapan teknologi *data mining* sebagai solusi. *Data mining* adalah sebuah disiplin ilmu untuk mengekstraksi pola-pola informatif yang tersembunyi dari dataset besar (Rizqi Sulistio et al., 2023). Secara spesifik, teknik yang digunakan adalah *clustering*, sebuah metode *unsupervised learning* yang mampu mengelompokkan data berdasarkan kemiripannya secara otomatis. Teknik ini dipilih karena sangat sesuai untuk menemukan profil-profil siswa secara alami tanpa memerlukan kategori awal.

Di antara berbagai algoritma *clustering*, metode X-Means dipilih karena keunggulan teknisnya yang superior untuk kasus ini. Berbeda dari metode K-Means yang mengharuskan jumlah kelompok ditentukan di awal, X-Means memiliki kemampuan untuk menentukan jumlah *cluster* yang paling optimal secara mandiri berdasarkan struktur data. Pada penelitian oleh (Putra et al., 2022) , penelitian tersebut menerapkan *X-Means* untuk mengelompokkan minat dan bakat anak pada pandemi, dan menunjukkan bahwa metode ini mampu mengoptimalkan pengelompokan siswa ke dalam jurusan atau program studi yang sesuai. Penelitian oleh Jaelani et al. (2024), juga mengaplikasikan *X-Means* dalam menentukan kelompok penerima bantuan sosial, dan membuktikan bahwa algoritma ini efektif dalam menemukan struktur *cluster* terbaik.

Implementasi dari solusi ini akan diwujudkan melalui pengembangan sebuah sistem pendukung keputusan berbasis web yang interaktif. Sistem ini akan dirancang agar seluruh proses, mulai dari pengolahan data hingga eksekusi algoritma X-Means, berjalan sepenuhnya di sisi klien (*client-side*) menggunakan JavaScript. Dengan demikian, aplikasi utama yang dibangun dengan PHP dan MySQL akan berfokus pada penyajian data dan manajemen, sementara komputasi *clustering* akan ditangani langsung di *browser* pengguna untuk respons yang lebih cepat

Dengan demikian, solusi yang diharapkan adalah sebuah sistem fungsional yang dapat mentransformasi data mentah siswa menjadi wawasan (*insight*) yang dapat ditindaklanjuti. Sistem ini akan menjadi alat bantu yang valid dan efisien bagi para guru di SMA Negeri 1 Hamparan Perak untuk memberikan bimbingan yang lebih personal, objektif, dan berbasis data.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membangun sebuah sistem informasi berbasis *web* yang mampu mengidentifikasi dan mengelompokkan profil dan minat bakat siswa secara otomatis di SMA Negeri 1 Hamparan Perak?
2. Bagaimana penerapan algoritma *clustering* X-Means dapat menentukan kelompok-kelompok siswa berdasarkan data akademik, partisipasi non-akademik dan keterlibatan siswa?
3. Bagaimana cara mengevaluasi kualitas hasil pengelompokan yang dihasilkan oleh algoritma X-Means untuk memastikan model yang diterapkan akurat dan bermanfaat?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga ruang lingkup penelitian agar tetap fokus dan terarah, maka Batasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut :

1. Penelitian ini secara spesifik menerapkan algoritma *Clustering X-Means* dan tidak melakukan perbandingan performa dengan algoritma pengelompokan lainnya.
2. Sistem yang dibangun merupakan *prototype* yang fungsi utamanya terbatas pada proses pengelompokan dan pelaporan hasil untuk guru, dan tidak mencakup modul administrasi sekolah secara menyeluruh.
3. Analisis data dibatasi pada tiga variabel utama, Kinerja Akademik (nilai rapor), minat non-akademik (partisipasi dalam ekstrakurikuler), dan keterlibatan siswa

(skor dalam pengisian kuesioner)

4. Pengembangan sistem menggunakan PHP untuk logika sisi server (*server-side*) dan manajemen data dengan MySQL. Antarmuka pengguna (*frontend*) dibangun menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript. Proses komputasi algoritma *clustering* X-Means diimplementasikan sepenuhnya menggunakan JavaScript yang berjalan di *browser* pengguna.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Mengimplementasikan sebuah sistem informasi berbasis web yang mampu menjalankan keseluruhan proses, mulai dari input data hingga visualisasi hasil pengelompokan profil minat dan bakat siswa.
2. Menerapkan dan menguji algoritma *clustering* X-Means untuk membentuk kelompok-kelompok siswa secara otomatis berdasarkan tiga variabel yang telah ditentukan.
3. Mengevaluasi kualitas hasil pengelompokan menggunakan metrik evaluasi

cluster internal untuk memastikan model yang dihasilkan optimal dan akurat.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun yang menjadi manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Menyediakan alat bantu keputusan yang objektif bagi guru, memungkinkan penyusunan program bimbingan dan intervensi yang lebih tepat sasaran dan personal sesuai profil siswa.
2. Memberikan wawasan baru mengenai pola-pola potensi siswa yang

sebelumnya tidak teridentifikasi, melalui penerapan metode *clustering X-Means* pada data akademik dan non-akademik.

3. Menyediakan referensi ilmiah dan teknis bagi akademisi dan praktisi mengenai implementasi algoritma *X-Means* dalam studi kasus yang ada

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Minat dan Bakat

Minat merupakan kecenderungan afektif seseorang terhadap suatu aktivitas atau objek tertentu yang berkembang seiring pertumbuhan fisik dan mental individu. Minat dapat dipengaruhi oleh lingkungan dan pengalaman individu, serta dapat berubah seiring waktu. Minat juga dapat memengaruhi pengembangan bakat seseorang.

Bakat adalah kemampuan bawaan yang dimiliki oleh individu, yang dapat bersifat umum atau khusus. Bakat merupakan potensi yang perlu dikembangkan melalui latihan dan pendidikan. Kualitas bakat ini juga dapat diukur melalui tes khusus. Bakat berkaitan erat dengan kemampuan untuk melakukan sesuatu, dan berbagai dimensi bakat meliputi perseptual, psiko-motor, dan intelektual.

Dalam konteks pendidikan, pengembangan minat dan bakat peserta didik menjadi penting untuk memfasilitasi pertumbuhan holistik anak. Ketika anak-anak diberi kesempatan untuk mengeksplorasi minat dan bakat mereka, hal ini memungkinkan mereka membangun identitas diri yang kuat, meningkatkan motivasi belajar, dan mengembangkan keterampilan sosial yang penting. (Meila Sari et al., 2023)

2.2 Data Mining

Data mining adalah proses analitis yang dirancang untuk mengeksplorasi sejumlah besar data guna menemukan pengetahuan yang berharga, konsisten, dan tersembunyi. Proses ini melibatkan penggunaan teknik statistik, matematika, kecerdasan buatan, dan *machine learning* untuk mengekstraksi dan mengidentifikasi informasi atau pola yang signifikan dari berbagai *database* besar (Jessfry & Siddik, 2024).

Secara umum, data mining dikenal juga sebagai *Knowledge Discovery in Databases (KDD)*, yang mencakup beberapa tahap penting:

1. *Data Selection*: Pemilihan data yang relevan dari sekumpulan data operasional untuk dianalisis.
2. *Pre-processing / Cleaning*: Pembersihan data dari duplikasi, inkonsistensi, dan kesalahan untuk memastikan kualitas data yang baik.
3. *Transformation*: Pengubahan data ke dalam format yang sesuai untuk proses data mining, seperti normalisasi atau pengkodean.
4. *Data Mining*: Proses inti di mana teknik atau algoritma tertentu digunakan untuk menemukan pola atau pengetahuan dari data.
5. *Evaluation / Interpretation*: Evaluasi dan interpretasi pola yang ditemukan untuk memastikan bahwa informasi tersebut valid dan berguna (Adi Rahmat, 2022).

Dalam konteks pendidikan, data mining dapat digunakan untuk menganalisis data siswa guna mengidentifikasi pola-pola tertentu, seperti minat dan bakat, yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan terkait pembelajaran dan pengembangan siswa.

2.3 Clustering

Clustering adalah salah satu teknik dalam *data mining* yang digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok (*cluster*) berdasarkan tingkat kemiripan atau kesamaan karakteristik antar data. Tujuan utama dari *clustering* adalah untuk meminimalkan variasi dalam satu *cluster* dan memaksimalkan perbedaan antar *cluster*.

Menurut Baha'uddin & Fatah (2024), *clustering* merupakan metode penting dalam analisis data yang digunakan untuk mengelompokkan berbagai objek ke dalam *cluster* atau kelompok tertentu berdasarkan karakteristik yang serupa. Pada proses *clustering*, objek-objek di dalam satu *cluster* memiliki kemiripan yang lebih tinggi dibandingkan dengan objek-objek yang berada di *cluster* lain.

Clustering termasuk dalam teknik *unsupervised learning*, di mana data yang digunakan tidak memiliki label atau kelas sebelumnya. Proses ini memungkinkan penemuan struktur atau pola tersembunyi dalam data tanpa adanya informasi awal tentang kategori data tersebut.

Dalam konteks pendidikan, *clustering* dapat digunakan untuk mengelompokkan siswa berdasarkan minat dan bakat mereka, sehingga dapat membantu dalam proses penjurusan, pengembangan program pembelajaran, dan pemberian bimbingan yang lebih tepat sasaran.

2.4 Metode X-Means

Algoritma *X-Means* adalah pengembangan dari algoritma *K-Means* yang

dirancang untuk mengatasi salah satu kelemahan utamanya, yaitu keharusan menentukan jumlah *cluster* (K) sejak awal. Dalam *X-Means*, jumlah *cluster*

ditentukan secara otomatis berdasarkan kualitas pengelompokan menggunakan kriteria tertentu seperti *Bayesian Information Criterion (BIC)* (Putra et al., 2022).

Proses kerja algoritma *X-Means* dimulai dengan menentukan batas bawah dan batas atas jumlah *cluster* (misalnya $K_{min} = 2$ dan $K_{max} = 10$). Pertama, data akan dikelompokkan menggunakan *K-Means* dengan jumlah *cluster* awal sebesar K_{min} . Selanjutnya, setiap *cluster* yang terbentuk akan dievaluasi apakah perlu dipecah menjadi dua *cluster* baru. Keputusan pemisahan ini didasarkan pada perbandingan nilai BIC — jika nilai BIC meningkat setelah pemisahan, maka pembagian *cluster* tersebut dianggap lebih baik, dan dua *cluster* baru akan digunakan (Rizqi Sulistio et al., 2023).

Langkah-langkah kerja metode *X-Means* adalah sebagai berikut :

1. Tentukan Batas Awal Jumlah *Cluster*

Dalam Langkah ini, tentukan nilai minimum dan maksimum *cluster* (kelompok), tujuan Langkah ini adalah memberikan ruang bagi algoritma untuk mengeksplorasi jumlah *cluster* (kelompok) yang maksimal.

Contoh : $K_{min} = 2$, $K_{max} = 10$

2. Lakukan *K-Means* dengan $K = K_{min}$

Jalankan algoritma *K-Means* awal sebagai Langkah dasar. Setiap data dikelompokkan ke dalam *cluster* K_{min} berdasarkan jarak terdekat ke *centroid*

menggunakan rumus dibawah ini

$$D(x, c) = \sqrt{(x_1 - c_1)^2 + (x_2 - c_2)^2 + \dots + (x_n - c_n)^2} \dots \dots \dots (2.1) \quad 11$$

Dimana,

$D(x,y)$: Jarak *Eucledian* antara dua titik x dan y.

n : Dimensi ruang eucledian (jumlah data

x : Data siswa (fitur seperti nilai, kegiatan, keaktifan)

c : *centroid*

3. Pecah Setiap *Cluster* dan Evaluasi Pemisahan

Untuk setiap *cluster* dari hasil K-Means, lakukan Langkah berikut :

- a) Coba bagi *cluster* menjadi dua *sub-cluster*
- b) Lakukan *K-Means* dengan $K = 2$ pada data dalam *cluster* tersebut saja.
- c) Evaluasi apakah pembagian ini lebih baik menggunakan *Bayesian Information Criterion* (BIC)

Rumus BIC adalah sebagai berikut :

$$BCI = L - \frac{p}{2} \log(n) \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

L : nilai *log-likelihood* dari model (kemungkinan bahwa data sesuai dengan model)

p : Jumlah parameter model (misalnya, jumlah *centroid* dan variansi)

n : jumlah data dalam *cluster*

Jika nilai BIC meningkat, berarti pemisahan *cluster* menghasilkan model yang lebih baik, *cluster* dipecah.

4. *Update Centroid* dan Jumlah *Cluster*

Jika hasil evaluasi menyatakan pemecahan *cluster* valid, maka *cluster* tersebut dipecah menjadi dua. Ulangi proses pemecahan ini untuk semua *cluster*

secara independen. Proses ini bisa menambah jumlah *cluster* dari 2,3,4 hingga batas maksimum.

5. Periksa Batas Maksimum dan Hentikan

Algoritma berhenti jika tidak ada *cluster* lagi yang bisa dipecah (nilai BIC tidak meningkat) dan jumlah *cluster* sudah mencapai Kmax.

6. Evaluasi Kualitas Pengelompokkan

Setelah selesai, kualitas hasil pengelompokkan dapat dievaluasi menggunakan *Davies-Bouldin Index* (DBI). Rumus *Davies-Bouldin Index* :

$$DBI = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \max_{j \neq i} \frac{\sigma_i + \sigma_j}{d(c_i, c_j)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

- K : jumlah *cluster*
- σ_i : rata-rata jarak dalam *cluster* *i* ke *centroid* *i*
- $d(c_i, c_j)$: jarak antar *centroid* *i* dan *j*

Semakin kecil nilai DBI, semakin baik hasil *clustering* (*cluster* lebih kompak dan berjauhan).

2.5 Sistem Informasi Berbasis Web

Sistem informasi berbasis *web* adalah sistem yang dibangun dan diakses melalui jaringan internet menggunakan *browser* sebagai media interaksi antara pengguna dan sistem. Berbeda dengan aplikasi desktop, sistem berbasis *web* tidak

memerlukan instalasi khusus di perangkat pengguna karena seluruh fungsi dijalankan melalui server yang terhubung dengan jaringan. Hal ini menjadikan sistem *web* bersifat multiplatform, mudah diakses dari berbagai perangkat seperti komputer, tablet, maupun smartphone (Rizqi Sulistio et al., 2023).

Dalam konteks dunia pendidikan, sistem informasi berbasis *web* memiliki banyak manfaat, salah satunya adalah mempermudah pengolahan dan penyajian data secara terpusat dan real-time. Pengguna seperti guru, siswa, dan orang tua dapat dengan mudah mengakses informasi terkait data akademik, proses Pengelompokan, hingga hasil pengelompokan minat dan bakat tanpa dibatasi oleh tempat dan waktu. Hal ini mendorong efisiensi proses administrasi dan pengambilan keputusan berbasis data aktual.

Pengembangan sistem Pengelompokan minat dan bakat siswa berbasis *web* memungkinkan integrasi langsung dengan algoritma *X-Means* untuk pengelompokan otomatis. Dengan adanya tampilan antarmuka (*user interface*) yang ramah pengguna, sistem dapat menyajikan hasil Pengelompokan dalam bentuk visual seperti tabel, grafik, atau notifikasi yang mudah dipahami oleh pihak sekolah maupun siswa itu sendiri. Sistem ini juga dapat dilengkapi dengan fitur penyimpanan data historis untuk memantau perkembangan siswa secara berkelanjutan.

Secara teknis, pengembangan sistem informasi berbasis *web* umumnya melibatkan beberapa komponen utama, seperti bahasa pemrograman *server-side* (misalnya PHP), *database* (seperti MySQL), serta teknologi *client-side* seperti HTML, CSS, dan JavaScript. Sistem ini juga dapat diintegrasikan dengan pustaka visualisasi data dan *framework* CSS seperti *Bootstrap* untuk meningkatkan tampilan dan fungsionalitas.

Dengan demikian, penerapan sistem berbasis *web* dalam penelitian ini bertujuan untuk mendukung proses Pengelompokan minat dan bakat secara praktis,

adaptif, dan berbasis data, yang dapat langsung diterapkan dalam lingkungan sekolah secara efisien dan transparan.

2.6 Teknologi Yang Digunakan

Sistem pengelompokan minat dan bakat ini dibangun menggunakan HTML, CSS, dan PHP untuk antarmuka web dan koneksi ke database MySQL. Proses inti, yaitu perhitungan *clustering* X-Means, dijalankan langsung di *browser* pengguna menggunakan JavaScript. Pengembangan sistem ini menggunakan XAMPP dan Visual Studio Code.

1. HTML (*Hypertext Markup Language*)

HTML adalah bahasa markah standar untuk membuat struktur halaman *web*. HTML digunakan untuk menyusun konten seperti teks, gambar, tabel, dan elemen interaktif lainnya dalam dokumen yang dapat diakses melalui *browser*. HTML bekerja sebagai kerangka dasar sebelum diberi gaya (CSS) atau fungsionalitas (JavaScript) (Shaban & Bayrak, 2020).

2. CSS (*Cascading Style Sheet*)

CSS digunakan untuk mengatur tampilan dan desain elemen HTML. Dengan CSS, pengembang dapat mengontrol warna, ukuran font, tata letak, margin, dan elemen visual lainnya untuk menciptakan antarmuka pengguna yang menarik dan responsif (Shaban & Bayrak, 2020).

3. PHP (*Hypertext Preprocessor*)

PHP adalah bahasa pemrograman sisi server yang banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi *web* dinamis. PHP menangani logika *backend* seperti menerima input dari pengguna, memproses data, dan berinteraksi dengan basis data.

4. MySQL

MySQL adalah sistem manajemen basis data relasional yang digunakan untuk menyimpan dan mengelola data siswa, hasil Pengelompokan, dan informasi pengguna. MySQL banyak dipilih karena kestabilannya, kecepatan, dan kemampuannya menangani data dalam jumlah besar.

5. XAMPP

XAMPP adalah paket perangkat lunak *open-source* yang menyediakan server lokal (*localhost*) untuk menjalankan aplikasi *web* secara *offline*. XAMPP terdiri dari Apache, MySQL, PHP, dan Perl, dan sangat berguna untuk pengujian sistem sebelum diterbitkan secara *online*.

6. Javascript

JavaScript adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi (*high-level*), dinamis, dan diinterpretasikan (*interpreted*) yang berjalan di sisi klien (*client-side*). Sebagai salah satu dari tiga teknologi inti dalam pengembangan web—bersama dengan HTML dan CSS—JavaScript berfungsi untuk mengimplementasikan fungsionalitas yang kompleks dan interaktif pada halaman web. Sementara HTML menyediakan struktur dan CSS mendefinisikan presentasi visual, JavaScript memberikan kemampuan untuk memanipulasi *Document Object Model* (DOM) secara dinamis, merespons interaksi pengguna, dan berkomunikasi dengan server secara asinkron.

7. Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) adalah editor kode sumber ringan yang mendukung berbagai bahasa pemrograman. VS Code memiliki fitur seperti

IntelliSense, *Git Integration*, dan *Extensions* yang sangat membantu dalam pengembangan sistem berbasis web.

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa algoritma *X-Means* telah banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan Pengelompokan dan pengelompokan data dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan, sosial, dan bisnis. *X-Means* dianggap unggul dibanding metode *clustering* konvensional karena mampu menentukan jumlah *cluster* secara otomatis, menyesuaikan struktur data, serta menghasilkan hasil yang lebih akurat berdasarkan evaluasi seperti *Davies-Bouldin Index (DBI)*. Tabel berikut merangkum beberapa penelitian relevan yang mengaplikasikan algoritma *X-Means* dan hasil yang diperoleh, yang menjadi dasar penting dalam pengembangan sistem Pengelompokan minat dan bakat siswa pada penelitian ini.

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Terdahulu

No	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Bidang Aplikasi	Hasil Utama
1	Purwa Hasan Putra et al. (2022)	Analisis Pengelompokan Metode <i>X-Means</i> Pada Minat dan Bakat Anak di Masa Pandemi	Pendidikan (Minat & Bakat)	<i>X-Means</i> dapat mengelompokkan siswa secara otomatis berdasarkan variabel minat dan bakat siswa.
2	Ahmad Jaelani et al. (2024)	Penerapan Algoritma <i>X-Means</i> Menentukan Penerima Bantuan Sosial	Sosial (Bantuan Sosial)	<i>X-Means</i> menghasilkan 10 <i>cluster</i> dengan nilai DBI terbaik sebesar 0.002, menunjukkan Pengelompokan.

3	(Rizqi Sulistio et al., 2023)	Analisa Penerapan Metode <i>Clustering X-Means</i> dalam Pengelompokan Penjualan	Bisnis (Penjualan Produk)	Penggunaan <i>X-Means</i> membantu mengidentifikasi produk potensial melalui <i>cluster</i> dengan nilai DBI terbaik.
---	-------------------------------	--	---------------------------	---

4	(Timothy Napitupulu & Aldi Jous Nainggolan, n.d.)	Perbandingan K-Means dan <i>X-Means</i> untuk Mengelompokkan Minat Kejuruan Siswa	Pendidikan (Penjurusan SMK)	<i>X-Means</i> lebih fleksibel dalam menentukan jumlah <i>cluster</i> dan menunjukkan hasil yang adaptif.
5	Tai Le Quy et al. (2023)	<i>Clustering Models in Educational Data Science Towards Fairness-Aware Learning</i>	Educational Data Science (Fairness)	<i>X-Means</i> dikaji sebagai model <i>clustering</i> yang mendukung keadilan dalam pembelajaran dan pengambilan keputusan.

2.8 Unified Modelling Language (UML)

Unified Modelling Language (UML) adalah bahasa pemodelan visual yang digunakan untuk menentukan, memvisualisasikan, membangun berbagai aspek dari sebuah sistem perangkat lunak. UML sendiri memiliki fungsi sebagai alat untuk menangkap pemahaman mengenai sistem yang perlu dibangun.

Bayangkan sistem sebagai kelompok objek yang berbeda yang bekerja sama untuk melakukan pekerjaan yang berguna untuk pengguna. Bagian struktur statis mendefinisikan jenis objek yang penting untuk sistem dan bagaimana mereka terkait satu sama lain. Bagian perilaku dinamis menggambarkan bagaimana objek berubah seiring waktu dan berkomunikasi satu sama lain untuk mencapai tujuan tertentu. Dengan memodelkan sistem dari berbagai sudut pandang yang terkait, kita dapat memahami sistem tersebut untuk berbagai keperluan (Rumbaugh et al., 2021).

Alat bantu yang digunakan dalam perancangan sistem menggunakan Unified Modelling Language (UML) adalah sebagai berikut :

1. *Use Case Diagram*

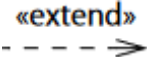
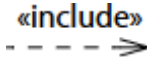
Use Case Diagram menunjukkan bagaimana perilaku suatu sistem ketika digunakan oleh orang lain, *Use Case Diagram* memecah

fungsi sistem menjadi tindakan yang bermakna bagi pengguna (*Actor*) yang menggunakan sistem. Pengguna (*Actor*) mencakup manusia, serta sistem dan proses komputer lainnya).

Sedangkan *Actor* adalah representasi ideal dari orang, proses, atau objek eksternal yang berinteraksi dengan suatu sistem, subsistem, atau kelas. Untuk mengidentifikasi *Actor*, harus ditentukan tugas-tugas yang berkaitan dengan peran pada konteks sistem. Orang atau sistem bisa muncul dalam beberapa peran, perlu diketahui jika *Actor* berinteraksi dengan *use case*.

Selain *Actor*, terdapat simbol-simbol lain yang bisa digunakan dalam *Use Case* untuk memodelkan fungsi apa saja dari sistem yang dibangun beserta hubungan antar fungsinya. Adapun simbol-simbol dalam *Use Case* antara lain sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Simbol Dalam Use Case

Gambar	Function	Keterangan
	Asosiasi	Asosiasi antara <i>actor</i> dan <i>use case</i> , digambarkan dengan garis tanpa panah yang menunjukkan siapa atau apa yang meminta interaksi secara langsung
	Extend	Perluasan dari <i>use case</i> lain ketika kondisi atau syarat terpenuhi
	Include	Merujuk pada penambahan

		perilaku tambahan dalam suatu
--	--	-------------------------------

		<i>use case</i> yang secara eksplisit menjelaskan penambahan tersebut
	Use case generalization	Hubungan antara suatu <i>use case</i> umum dengan <i>use case</i> yang lebih spesifik yang mewarisi dan menambahkan fitur fitur kepadanya

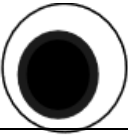
(Sumber : Rumbaugh et al., 2021).

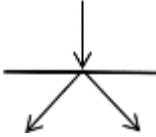
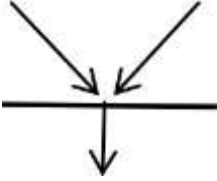
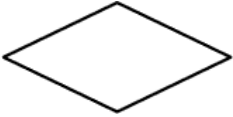
2. Diagram Aktivitas (*Activity Diagram*)

Diagram aktivitas (*Activity Diagram*) menggambarkan aliran kerja dari sebuah sistem. Diagram aktivitas dapat mencakup cabang dan bercabangnya control dalam sebuah sistem yang berjalan secara bersamaan. Cabang cabang ini mewakili aktivitas yang dapat dilakukan secara bersamaan (Rumbaugh et al., 2021). Simbol-simbol yang digunakan dalam *Activity Diagram* adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 3 Simbol *Activity Diagram*

Gambar	Function	Keterangan
	<i>Start Point</i>	Diletakkan pada pojok kiri atas dan merupakan awal aktifitas

	<i>End Point</i>	Akhir dari aktifitas
---	------------------	----------------------

	<i>Activities</i>	Menggambarkan suatu proses / kegiatan dalam aplikasi
	<i>Fork</i>	Digunakan untuk menunjukkan kegiatan yang dilakukan secara parallel untuk menggabungkan dua kegiatan parallel menjadi satu
	<i>Join</i>	Digunakan untuk menunjukkan adanya dekomposisi
	<i>Decisions Point</i>	Menggambarkan pilihan untuk pengambilan keputusan, <i>true</i> , <i>false</i>

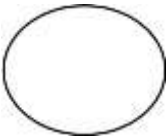
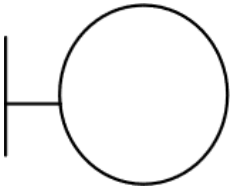
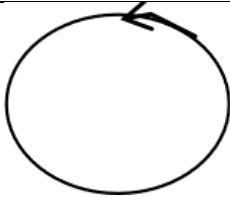
(Sumber : Rumbaugh et al., 2021).

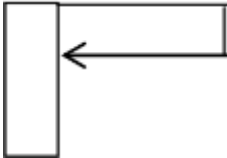
3. Sequence diagram

Sequence diagram menggambarkan kelakuan objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup objek dan pesan yang dikirimkan dan diterima antara objek. Simbol-simbol yang digunakan dalam *sequence*

diagram yaitu :

Tabel 2. 4 Tabel Simbol *Sequence diagram*

Gambar	Function	Keterangan
	<i>Entity Class</i>	Merupakan bagian dari system yang berisi kumpulan kelas berupa entitas-entitas yang membentuk gambaran awal sistem dan menjadi landasan untuk menyusun basis data
	<i>Boundary Class</i>	Berisi kumpulan kelas yang menjadi <i>interface</i> atau interaksi antara satu atau lebih <i>actor</i> dengan system, seperti tampilan form entry dan <i>form</i> cetak
	<i>Control Class</i>	Suatu objek yang berisi logika aplikasi yang tidak memiliki tanggung jawab kepada entitas, contohnya adalah kalkulasi dan aturan

		bisnis yang melibatkan berbagai objek
	<i>Message</i>	Simbol mengirim pesan antar <i>class</i>
	<i>Recursive</i>	Menggambarkan pengiriman pesan yang dikirim untuk dirinya sendiri
	<i>Activation</i>	<i>Activation</i> mewakili sebuah eksekusi operasi dari objek, Panjang kotak ini berbanding lurus dengan durasi aktivitas sebuah operasi
	<i>Lifeline</i>	garis titik-titik yang terhubung dengan objek, sepanjang <i>lifeline</i> terdapat <i>activation</i>

(Sumber : Rumbaugh et al., 2021).

4. Class Diagram (Diagram Kelas)

Class Diagram adalah salah satu jenis diagram struktur pada UML yang

menggambarkan dengan jelas struktur serta deksripsi *class*, atribut, metode, dan hubungan dari setiap objek. *Class Diagram* bersifat statis, dalam artian diagram

ini tidak menjelaskan apa yang terjadi jika kelas-kelasnya berhubungan, melainkan menjelaskan hubungan apa yang terjadi.

Class Diagram memiliki tiga komponen penyusun. Dapat dilihat dalam gambar dibawah ini



Gambar 2. 1 Komponen dalam *Class Diagram*

(Sumber : R. Setiawan, 2021)

Berikut merupakan penjelasan komponen-komponen diatas :

1. Komponen Atas

Komponen ini berisikan nama *class*. Setiap *class* memiliki nama yang berbeda-beda

2. Komponen Tengah

Komponen ini berisikan atribut dari *class*, komponen ini digunakan untuk menjelaskan kualitas dari suatu kelas. Atribut ini dapat ditulis dengan detail, dengan cara memasukkan tipe nilai

3. Komponen Bawah

Komponen ini menyertakan operasi yang ditampilkan dalam bentuk daftar. Operasi ini dapat menggambarkan bagaimana suatu *class* dapat berinteraksi

dengan data.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif. Pendekatan ini berfokus pada pengembangan dan implementasi sistem untuk melakukan pengelompokan (clustering) minat dan bakat siswa menggunakan algoritma X-Means. Proses penelitian melibatkan analisis data numerik untuk membentuk kelompok-kelompok siswa berdasarkan variabel objektif yang telah ditetapkan.

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juli 2025, dengan lokasi studi di SMA Negeri 1 Hamparan Perak. Proses pengumpulan data dikoordinasikan secara langsung dengan pihak sekolah, sementara tahap pengembangan dan pengujian sistem dilakukan secara mandiri oleh peneliti.

3.3 Objek dan Variabel Penelitian

Objek utama dalam penelitian ini adalah prototipe sistem pengelompokan minat dan bakat berbasis web yang dirancang sebagai alat bantu fungsional untuk mengelompokkan siswa secara objektif. Objek kedua adalah data siswa SMA Negeri 1 Hamparan Perak yang digunakan sebagai masukan untuk menguji algoritma *X-Means*.

Untuk melakukan pengelompokan, data siswa tersebut diukur melalui tiga variabel penelitian utama yang telah ditetapkan sebagai berikut :

- a. Kinerja akademik, diukur dari nilai rata-rata rapor siswa
- b. Minat Non-Akademik, diukur dari jumlah partisipasi siswa dalam kegiatan ekstrakurikuler.

- c. Keterlibatan siswa, diukur dari skor yang diperoleh yang mengukur keaktifan dan preferensi belajar siswa.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam proses Pengelompokan minat dan bakat siswa, serta untuk mendukung pengembangan dan pengujian sistem. Teknik pengumpulan data yang digunakan terdiri dari beberapa metode sebagai berikut:

1. Dokumentasi: Teknik ini digunakan untuk mengumpulkan data kuantitatif dari arsip sekolah, meliputi data Kinerja Akademik (nilai rapor) dan Minat Non-Akademik (riwayat ekstrakurikuler). Data ini menjadi atribut fundamental dalam proses pengelompokan.
2. Kuesioner: Kuesioner disebarakan kepada siswa untuk mengukur variabel Keterlibatan Siswa, seperti skor keaktifan dan preferensi gaya belajar. Instrumen ini dirancang dengan skala tertutup agar data yang dihasilkan bersifat kuantitatif dan dapat diolah secara numerik.
3. Observasi: Observasi dilakukan untuk mendukung analisis kebutuhan sistem dengan mengamati proses bimbingan dan pendataan manual yang ada di sekolah. Wawasan dari observasi ini menjadi dasar dalam perancangan fungsionalitas dan antarmuka sistem agar sesuai dengan kebutuhan pengguna.

3.5 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah model *Waterfall*. Model ini memiliki tahapan yang terstruktur dan berurutan, dimulai dari analisis kebutuhan hingga pemeliharaan. Berikut adalah penjelasan setiap tahap :

1. Analisis Kebutuhan (Requirements Analysis): Mengidentifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem melalui observasi, kuesioner, dan dokumentasi.
2. Perancangan Sistem (System Design): Merancang arsitektur dan alur kerja sistem menggunakan UML, mencakup desain database dan antarmuka pengguna (UI).
3. Implementasi (Implementation): Tahap ini merupakan proses pengkodean sistem berdasarkan rancangan yang telah dibuat, dengan detail sebagai berikut:
 - a) Logika Sisi Klien (*Client-Side*): Antarmuka pengguna (UI) dan logika interaktif dibangun menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript. Proses komputasi inti algoritma X-Means diimplementasikan sepenuhnya menggunakan JavaScript untuk dieksekusi langsung di browser pengguna.
 - b) Logika Sisi Server (*Server-Side*): PHP digunakan untuk mengelola logika bisnis di server, terutama sebagai penghubung antara aplikasi web dengan database.
 - c) Basis Data: MySQL digunakan untuk menyimpan dan mengelola seluruh data terkait siswa, model, dan hasil pengelompokan.
4. Pengujian (*Testing*): Pengujian mencakup fungsionalitas sistem dan evaluasi kualitas hasil clustering menggunakan metrik Davies-Bouldin Index (DBI).
5. Pemeliharaan (*Maintenance*): Melakukan perbaikan bug dan optimasi sistem agar siap digunakan secara berkelanjutan oleh pihak sekolah.

3.6 Teknologi yang digunakan

Pengembangan sistem ini memanfaatkan integrasi beberapa teknologi. Sistem berbasis web menggunakan HTML untuk struktur, CSS untuk presentasi visual, dan PHP untuk logika sisi server. JavaScript memegang peran sentral dalam menjalankan komputasi algoritma X-Means di sisi klien. Data persisten disimpan dalam basis data MySQL. Proses pengembangan didukung oleh lingkungan server lokal XAMPP dan editor kode Visual Studio Code.

Tabel 3. 1 Teknologi yang digunakan

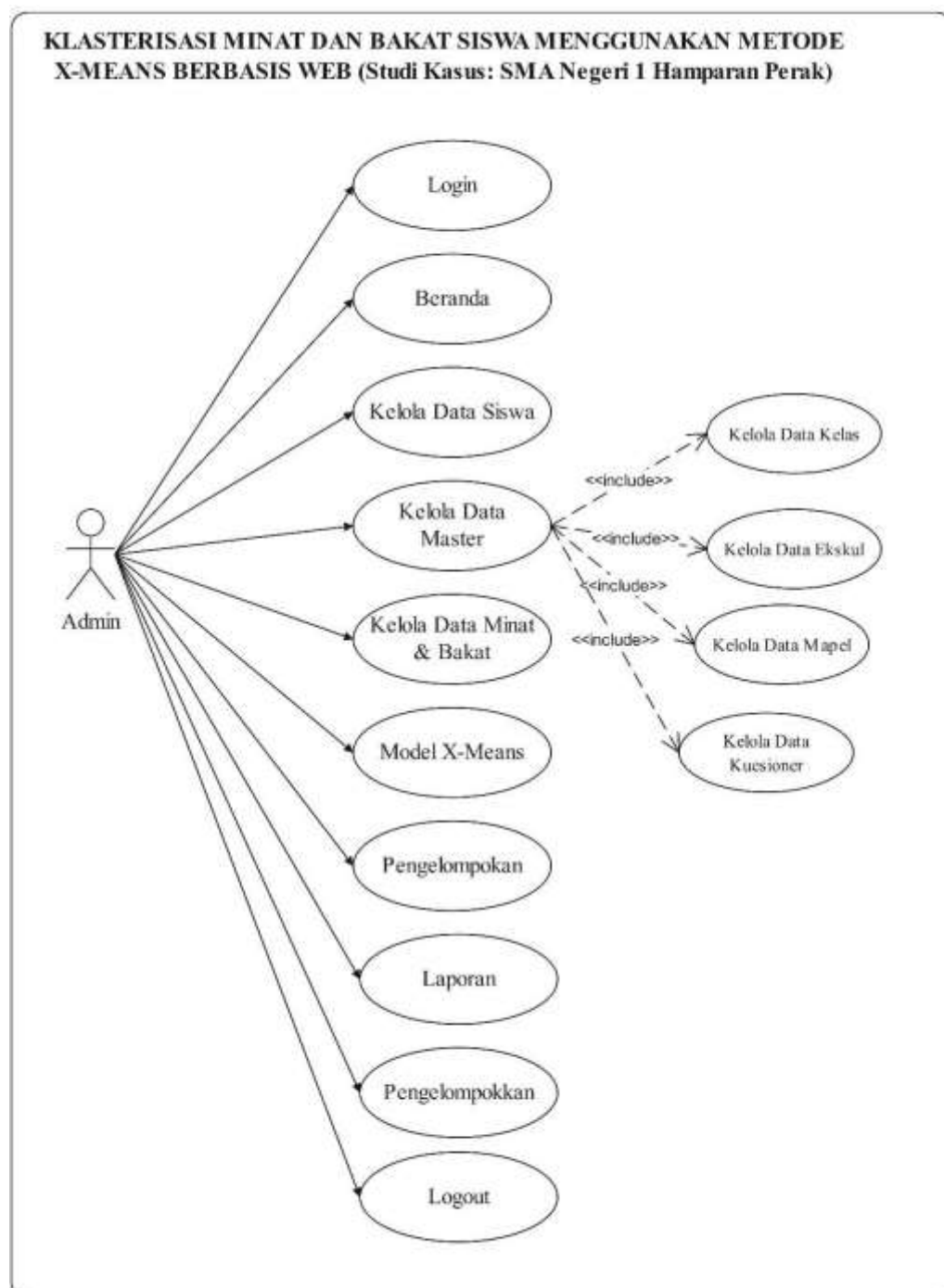
No	Nama Teknologi	Fungsi
1	JavaScript	Eksekusi algoritma X-Means di sisi klien dan fungsionalitas interaktif.
2	PHP	Backend untuk manajemen dan komunikasi dengan database.
3	MySQL	Sistem manajemen basis data.
4	HTML, CSS	Struktur dan desain antarmuka pengguna (frontend).
5	XAMPP	Lingkungan server lokal (Apache + MySQL).
6	Visual Studio Code	Editor kode sumber.

3.7 Desain Sistem

Perancangan sistem dilakukan menggunakan pendekatan pemodelan *Unified Modeling Language* (UML) untuk menggambarkan interaksi, alur proses, serta struktur data dan fungsionalitas dalam sistem. Perancangan ini meliputi empat bagian utama: *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence diagram*, dan *Class Diagram*.

3.8.1 Use Case Diagram

Diagram ini menampilkan interaksi **Admin** dengan seluruh fitur sistem. Admin merupakan aktor tunggal yang memiliki hak penuh untuk mengelola data, melakukan proses analisis, dan mengakses laporan hasil klasterisasi.



Gambar 3. 1 Gambar Use Case Diagram

Berikut penjelasan menu-menu dalam *Use Case Diagram* beserta fungsionalitasnya masing masing :

Tabel 3. 2 Penjelasan *Use Case Diagram*

No	Use Case / Menu	Penjelasan
1	Login	Admin memasukkan username dan password untuk mengakses sistem. Sistem akan memverifikasi kredensial, dan jika valid, mengizinkan masuk ke beranda.
2	Beranda	Menampilkan ringkasan sistem, seperti jumlah siswa, status model X-Means, notifikasi hasil clustering terbaru, dan ringkasan kegiatan.
3	Kelola Data Siswa	Admin dapat menambah, mengedit, dan menghapus data identitas siswa (NIS, nama, kelas, dan data pribadi lainnya).
4	Kelola Data Master	Modul induk untuk pengelolaan data referensi yang digunakan di sistem. Menggunakan relasi <> ke: • Kelola Data Kelas: Mengatur daftar kelas, jurusan, dan tingkat (misalnya XII IPA). • Kelola Data Ekskul: Mengatur daftar kegiatan ekstrakurikuler yang tersedia di sekolah. • Kelola Data Mapel: Mengatur daftar mata pelajaran yang digunakan pada penilaian minat dan bakat siswa.
5	Kelola Data Minat & Bakat	Admin memasukkan dan mengelola data kuantitatif siswa yang akan digunakan dalam clustering, seperti nilai rata-rata mata pelajaran IPA & non-IPA, jumlah kegiatan ekstrakurikuler yang diikuti, dan skor keaktifan hasil kuesioner. Termasuk <> untuk Kelola Data Kuesioner (mengatur pertanyaan dan jawaban yang menjadi dasar perhitungan skor keaktifan).
6	Model X-Means	Fitur untuk melatih model clustering menggunakan algoritma X-Means berdasarkan data yang telah terkumpul. Admin dapat melihat parameter, hasil evaluasi model (misalnya DBI), dan menyimpan model terbaik.
7	Pengelompokan	Menggunakan model X-Means terlatih untuk mengelompokkan siswa ke dalam cluster tertentu. Sistem akan menyimpan hasil pengelompokan ke database untuk analisis lebih lanjut.

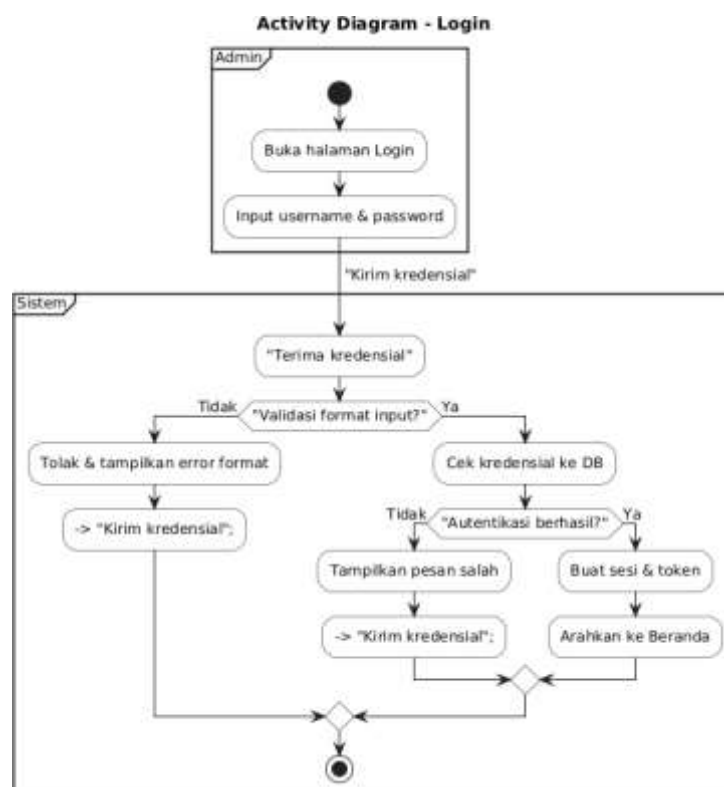
8	Laporan	Menyediakan laporan hasil pengelompokan siswa dalam bentuk tabel, grafik, dan interpretasi otomatis cluster (misalnya “Akademik Tinggi – Sangat Aktif – Banyak Ekskul”). Laporan dapat diekspor ke PDF atau Excel.
9	Logout	Admin keluar dari sistem, mengakhiri sesi login untuk menjaga keamanan akses.

3.8.2 Activity Diagram

Activity Diagram menggambarkan alur aktivitas sistem dari sudut pandang pengguna dalam menjalankan proses bisnis atau sistem informasi. Diagram ini sangat berguna untuk memvisualisasikan alur akses dari satu menu ke menu lainnya, dan memperjelas bagaimana sistem akan merespons aksi dari pengguna (Admin).

1. Activity Diagram Login

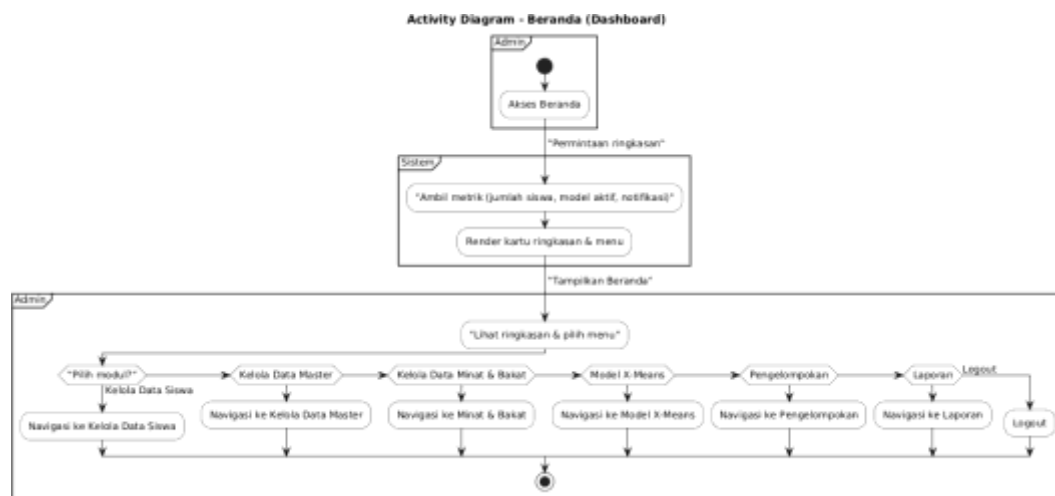
Pada diagram dibawah ini, Admin membuka form login, mengisi kredensial, lalu mengirim ke sistem. Sistem memvalidasi dan jika benar mengarahkan ke Beranda, jika salah menampilkan pesan error dan memberi kesempatan mencoba lagi.



Gambar 3. 2 Activity Diagram Login

2. Activity Diagram Beranda

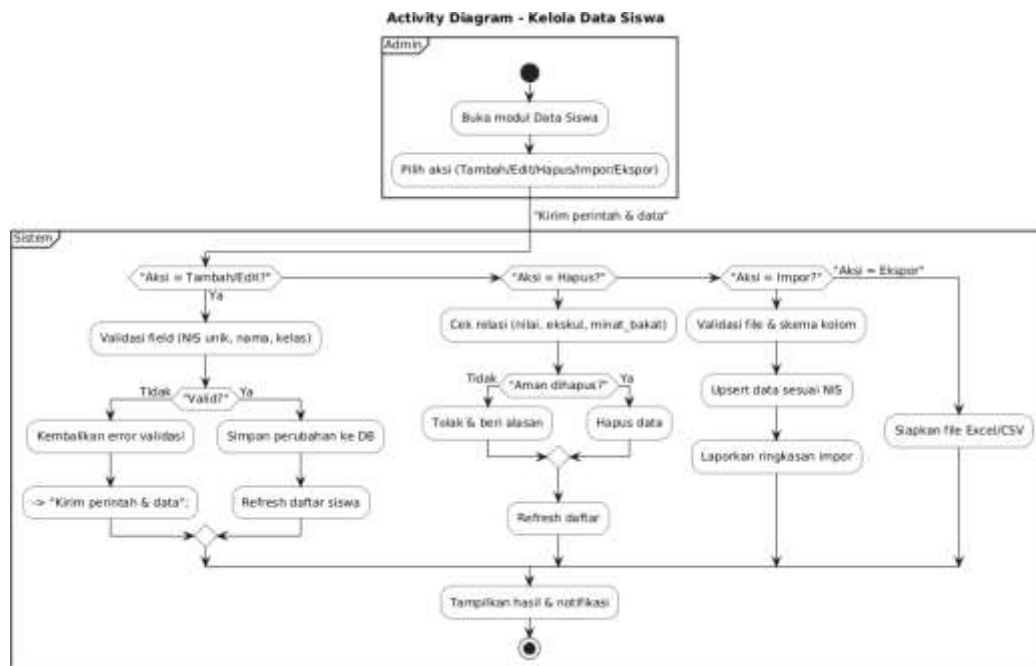
Dalam diagram ini, Setelah login, admin meminta ringkasan data dan navigasi modul. Sistem menampilkan metrik ringkas, status model, notifikasi, dan tautan cepat ke modul-modul lain.



Gambar 3. 3 Activity Diagram Beranda

3. Activity Diagram Kelola Data Siswa

Pada diagram dibawah ini, Admin melakukan CRUD data siswa seperti NIS, nama, dan kelas; sistem memvalidasi, menyimpan perubahan, dan menampilkan daftar terkini. Impor/ekspor disediakan untuk efisiensi.

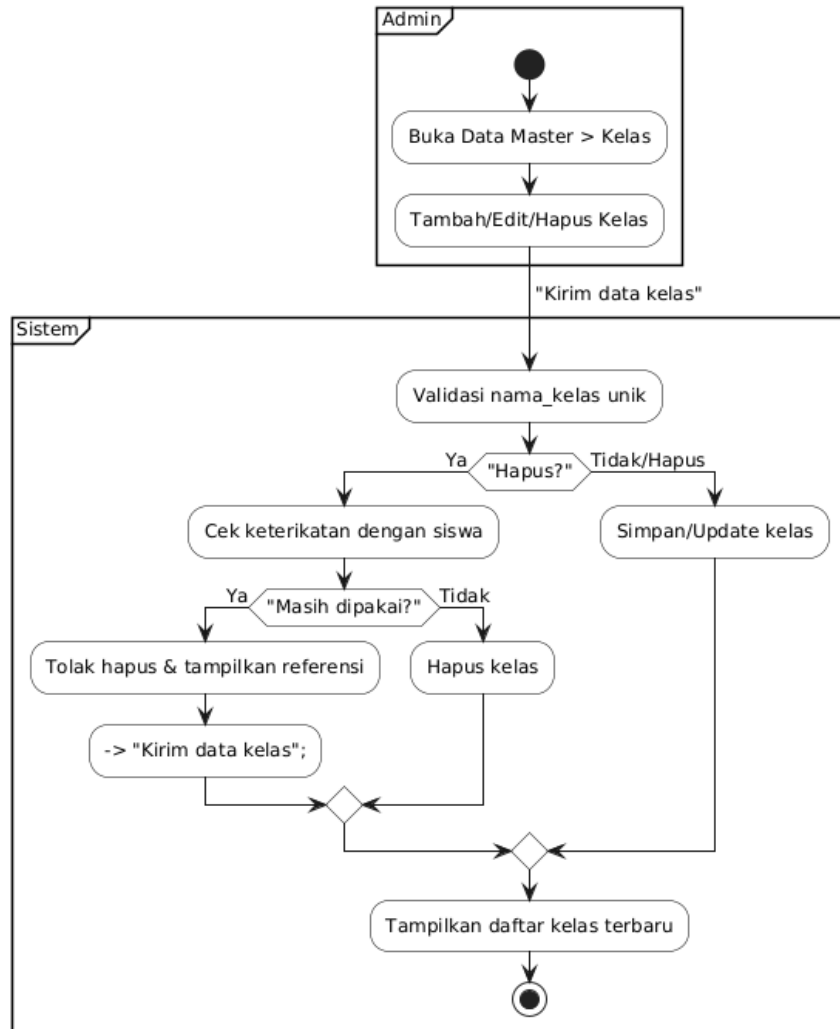


Gambar 3. 4 Activity Diagram Data Siswa

4. Activity Diagram Kelola Data Master - Kelas

Dalam diagram dibawah ini, Admin mengelola daftar kelas (mis. XII IPA 1); sistem menjaga keunikan nama dan mencegah penghapusan jika masih dipakai siswa.

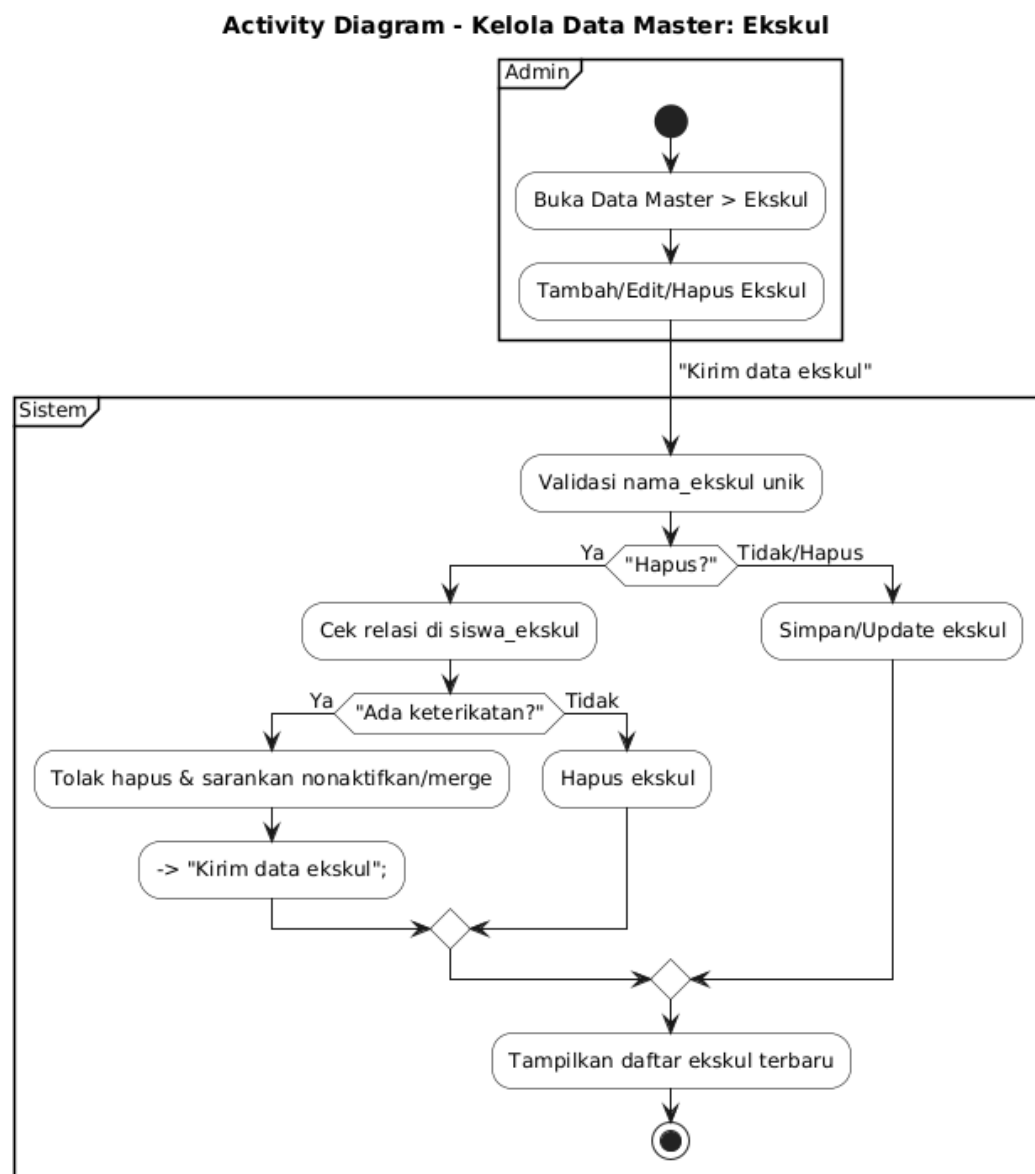
Activity Diagram - Kelola Data Master: Kelas



Gambar 3. 5 Activity Diagram Kelola Data Master - Kelas

5. Activity Diagram Kelola Data Master - Ekstrakurikuler

Dalam diagram dibawah ini, Admin mengelola daftar ekstrakurikuler; sistem menjamin keunikan nama dan menjaga integritas relasi siswa_ekskul saat penghapusan.

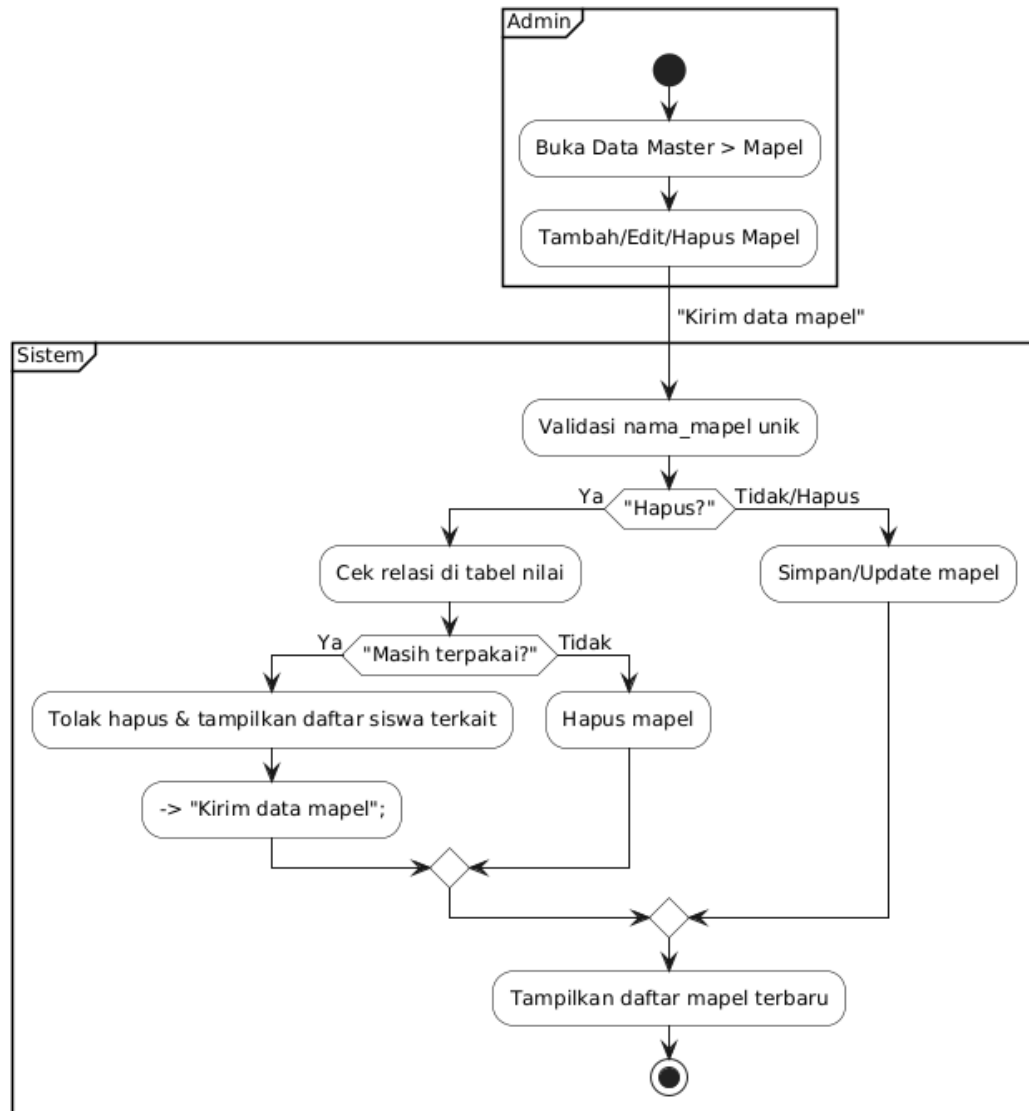


Gambar 3. 6 Activity Diagram Kelola Data Master – Ekstrakurikuler

6. Activity Diagram Kelola Data Master – Mata Pelajaran

Admin menambah atau memperbarui daftar mapel (IPA & umum); sistem validasi keunikan dan memblokir penghapusan bila terikat di nilai.

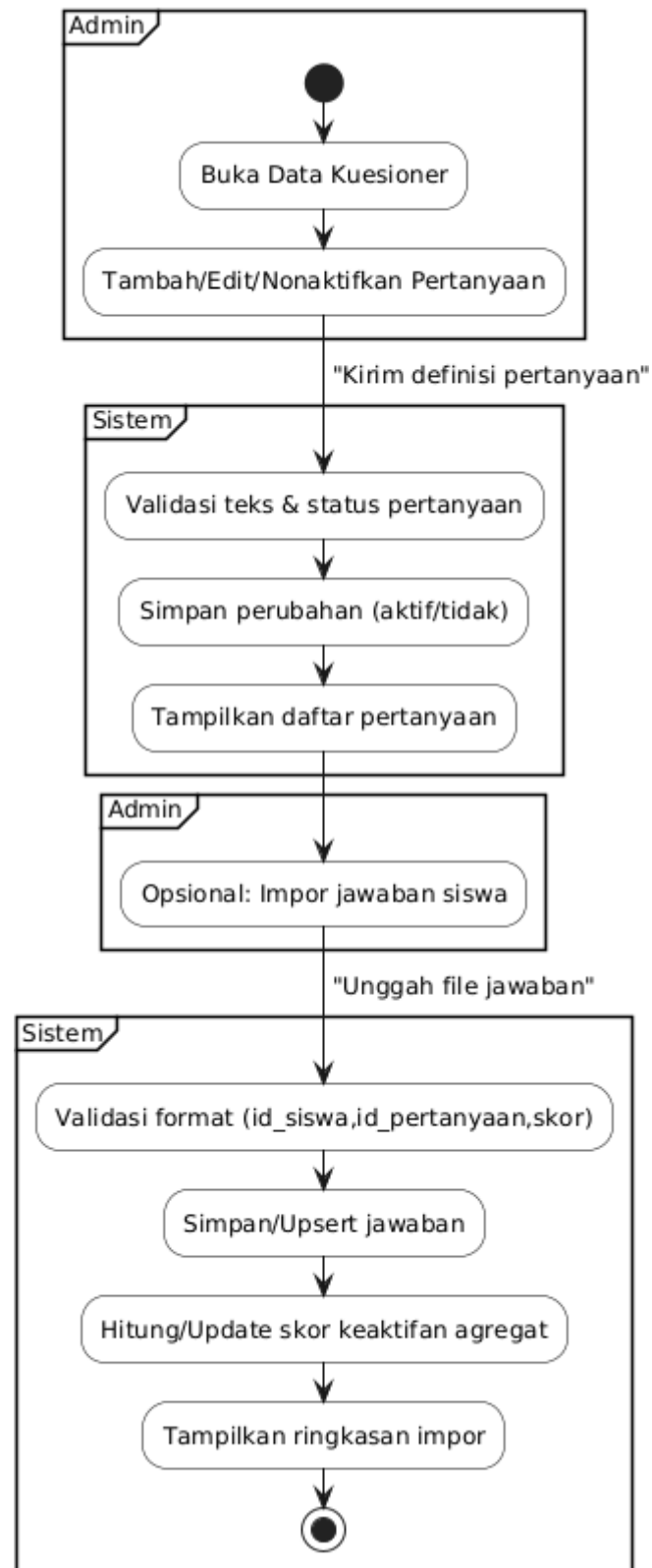
Activity Diagram - Kelola Data Master: Mata Pelajaran



Gambar 3. 7 Activity Diagram Kelola Data Master – Mata Pelajaran

7. Activity Diagram Kelola Data Kuesioner

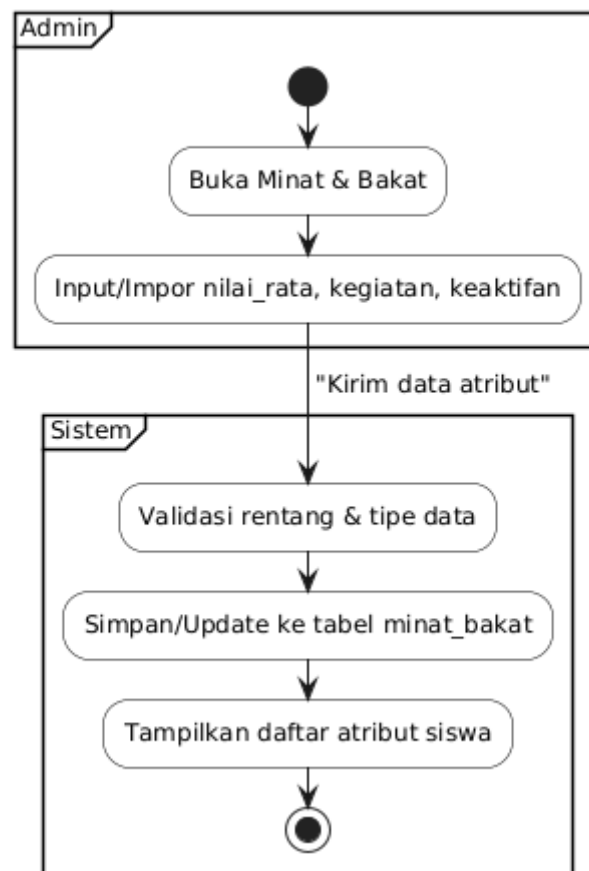
Dalam diagram dibawah ini, Admin mengelola pertanyaan kuesioner dan dapat mengimpor jawaban; sistem memastikan konsistensi ID pertanyaan dan menyimpan skor untuk perhitungan keaktifan.

Activity Diagram - Kelola Data Kuesioner**Gambar 3. 8 Activity Diagram Kelola Data Kuesioner**

8. Activity Diagram Kelola Data Minat dan Bakat

Admin mengisi atau mengimpor nilai_rata IPA, jumlah ekstrakurikuler (kegiatan), dan skor keaktifan; sistem memvalidasi dan menyimpan ke tabel minat_bakat.

Activity Diagram - Kelola Data Minat & Bakat

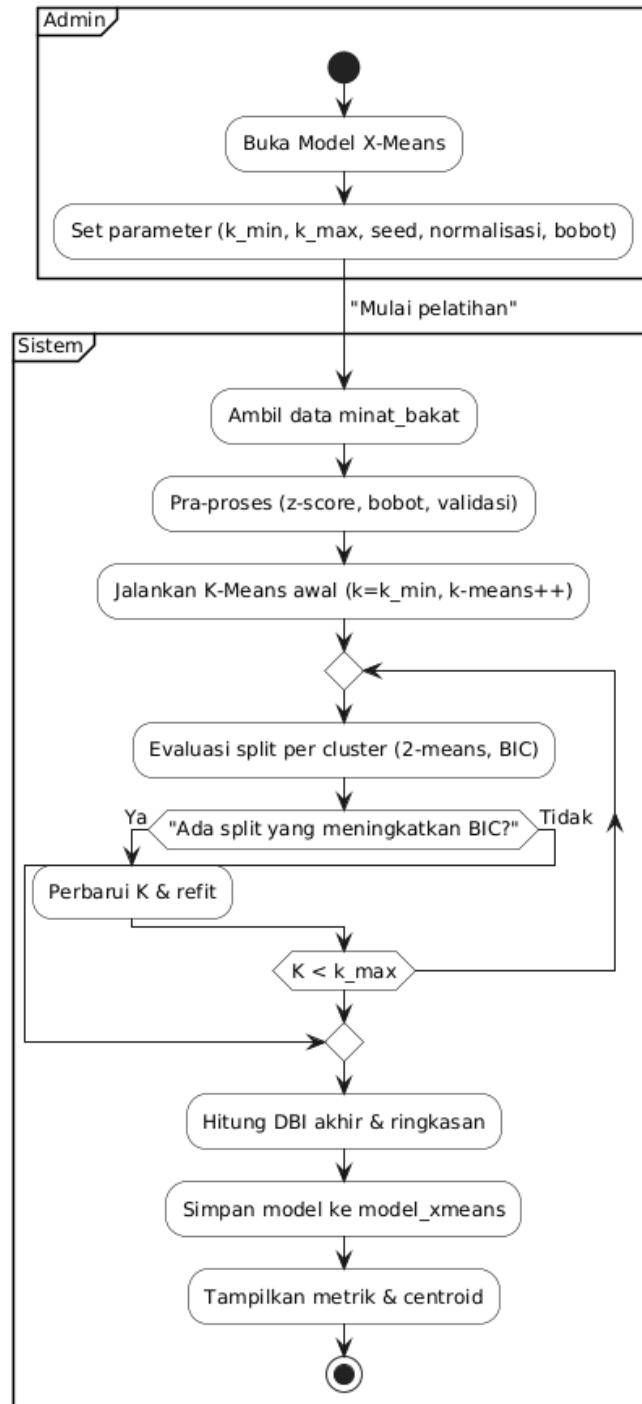


Gambar 3. 9 Activity Diagram Kelola Data Minat dan Bakat

9. Activity Diagram Kelola Model X-Means

Admin mengatur parameter (k_{min} , k_{max} , seed, normalisasi) dan menjalankan pelatihan; sistem melakukan X-Means, menghitung BIC & DBI, menyimpan model terbaik dan parameternya.

Activity Diagram - Model X-Means (Pelatihan)

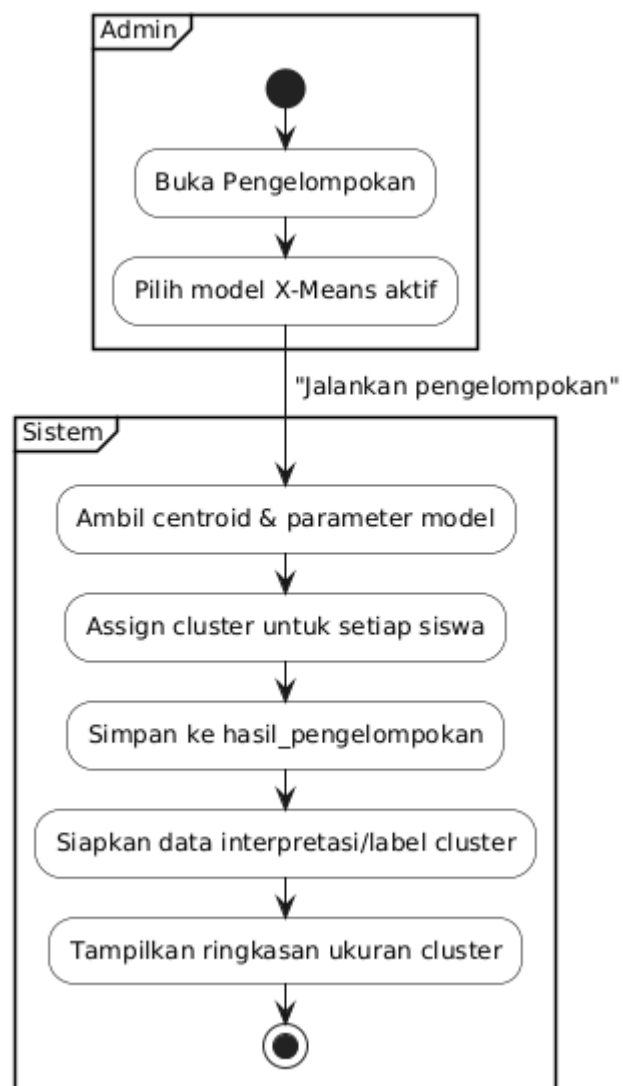


Gambar 3. 10 Activity Diagram Model X-Means

10. Activity Diagram Pengelompokan

Admin memilih model aktif untuk dipakai mengelompokkan siswa; sistem menetapkan cluster_ke tiap siswa, menyimpan ke hasil_pengelompokan, dan menyiapkan data untuk laporan.

Activity Diagram - Pengelompokan (Clustering)



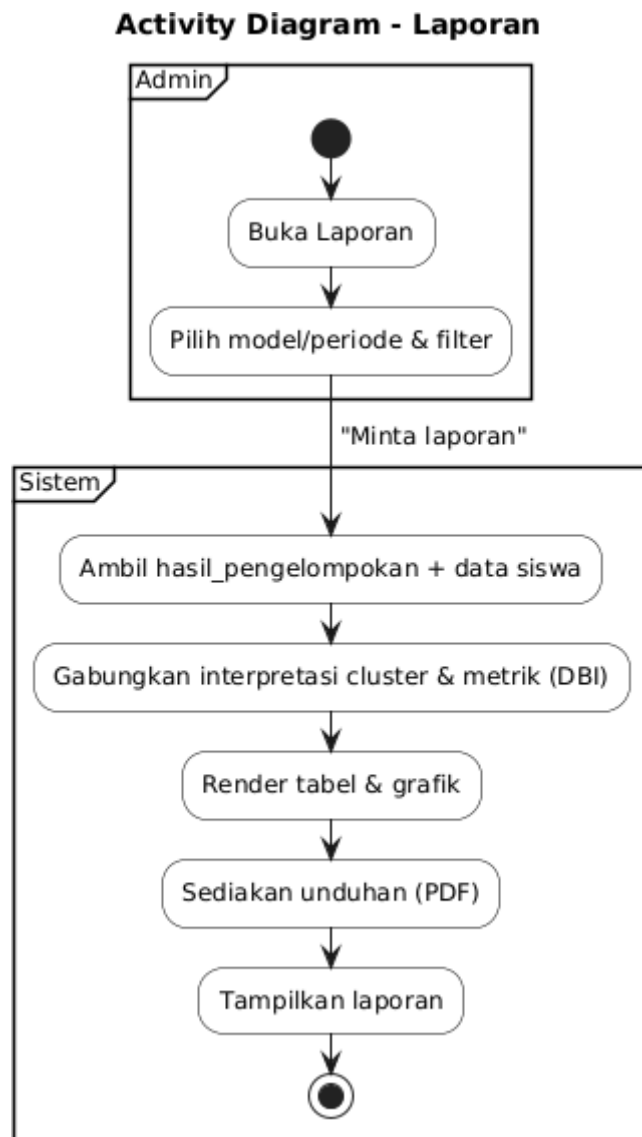
Gambar 3. 11 Activity Diagram Pengelompokan

11. Activity Diagram Laporan

Diagram ini menggambarkan alur saat Admin mengakses laporan hasil

pengelompokan. Sistem akan menampilkan data, kemudian Admin dapat memilih

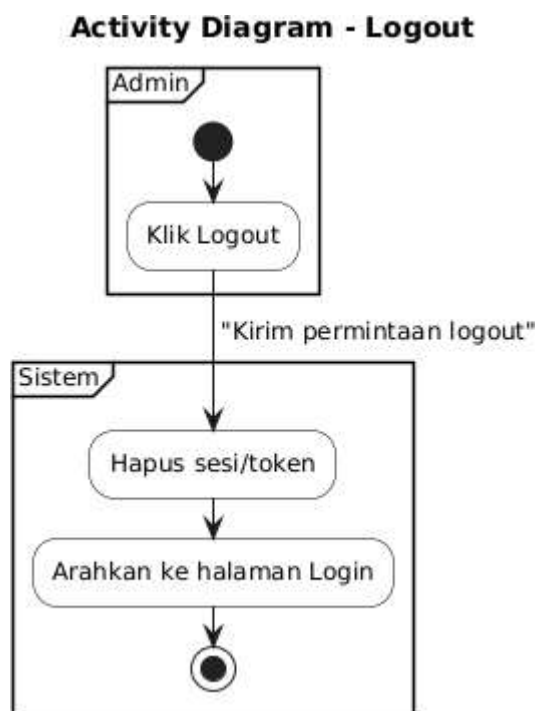
untuk melakukan aksi lebih lanjut seperti mengunduh laporan dalam format PDF atau mencetaknya.



Gambar 3. 12 Activity Diagram Laporan

12. Activity Diagram Logout

Diagram ini menjelaskan proses keluar dari sistem secara aman. Admin memulai aksi logout, lalu sistem merespons dengan menghapus sesi yang aktif dan mengarahkan pengguna kembali ke halaman Login.

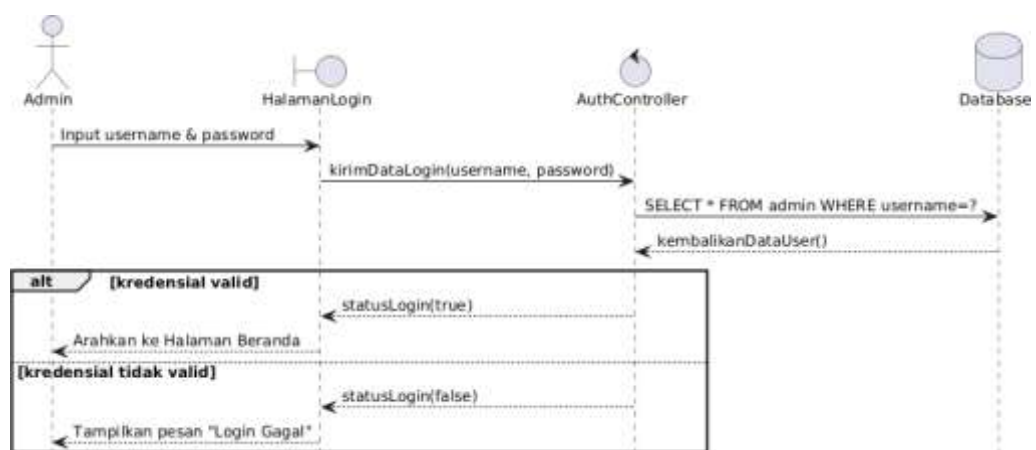


Gambar 3. 13 Activity Diagram Logout

3.8.3 Sequence diagram

1. Sequence Diagram Login

Dalam diagram dibawah ini, Admin memasukkan username dan password pada halaman login, lalu sistem memverifikasi ke database. Jika valid diarahkan ke

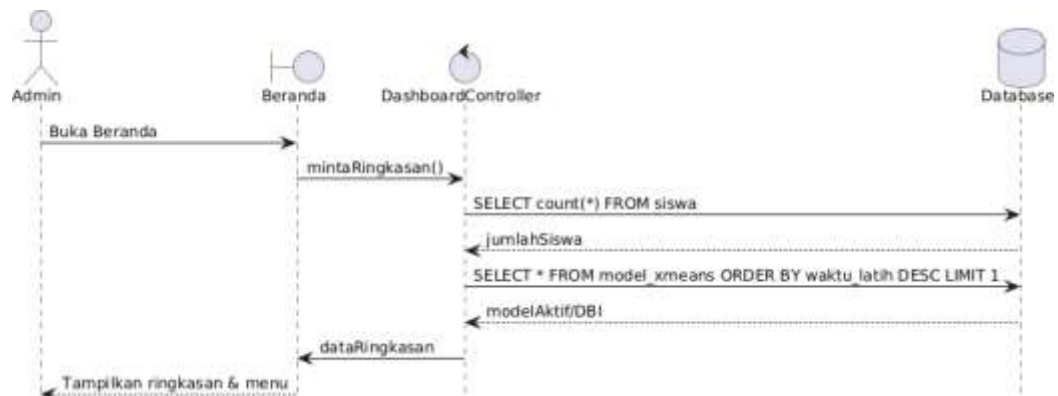


Beranda, jika tidak valid menampilkan pesan error.

Gambar 3. 14 *Sequence Diagram Login*

2. Sequence diagram Beranda

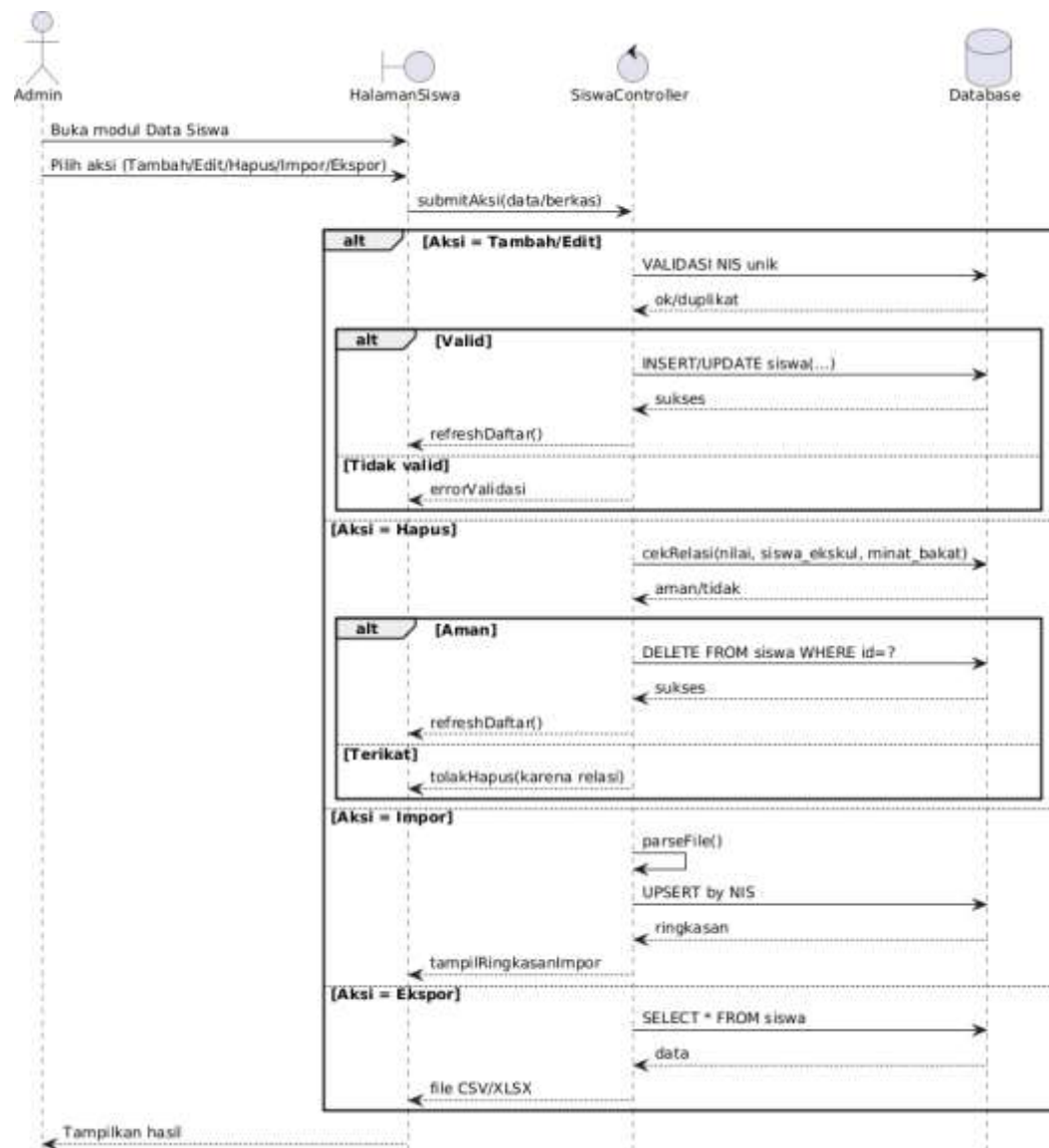
Dalam diagram dibawah ini, Admin membuka beranda, sistem menyusun ringkasan metrik dan status model. Hasil ditampilkan sebagai kartu ringkasan dan menu navigasi.



Gambar 3. 15 Sequence diagram Beranda

3. Sequence diagram Kelola Data Siswa

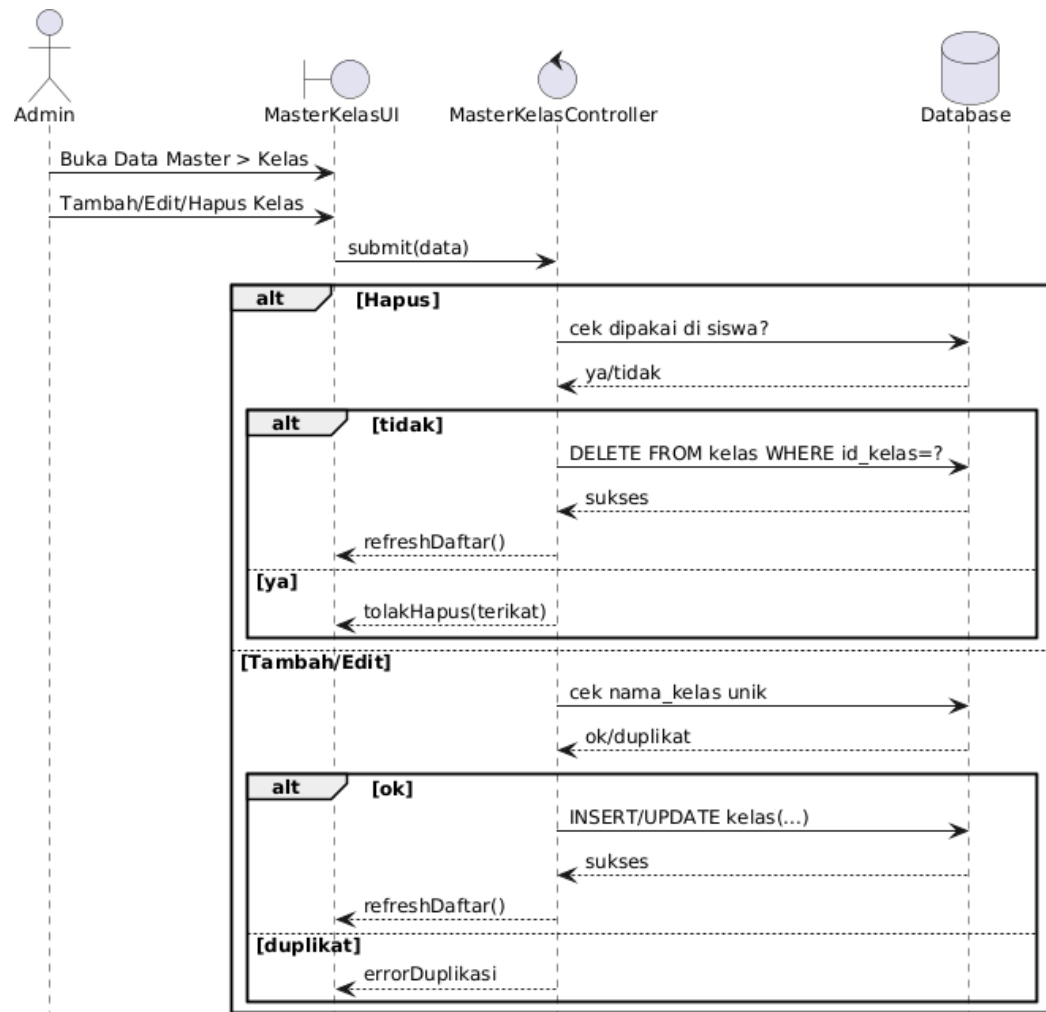
Dalam diagram dibawah ini, Admin melakukan tambah/ubah/hapus/impor/ekspor data siswa. Sistem memvalidasi, menyimpan ke DB, lalu menyegarkan daftar.



Gambar 3. 16 Sequence diagram Kelola Data Siswa

4. Sequence diagram Kelola Data Master - Kelas

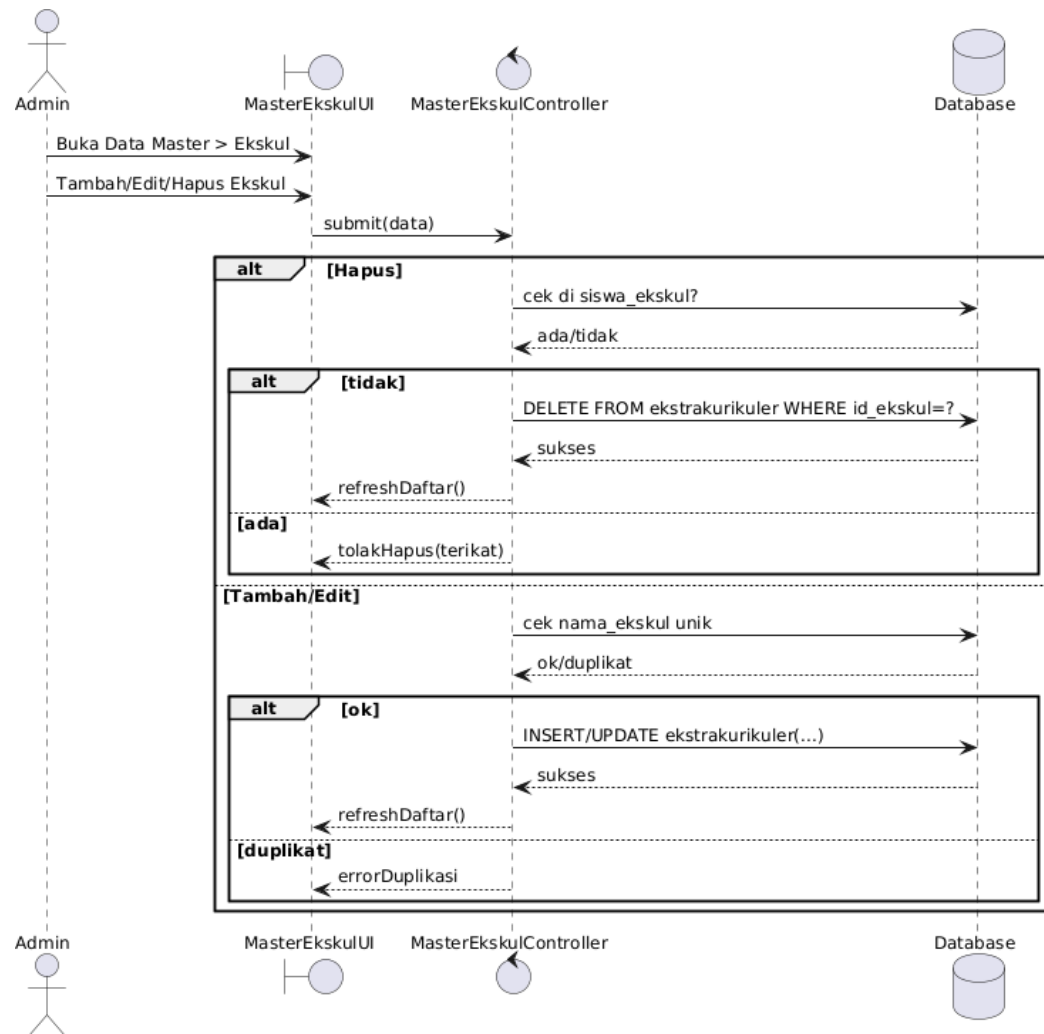
Admin mengelola daftar kelas; sistem memastikan keunikan nama dan integritas referensial sebelum penyimpanan/penghapusan.



Gambar 3. 17 Sequence diagram Data Master - Kelas

5. Sequence Diagram Data Master – Ekstrakurikuler

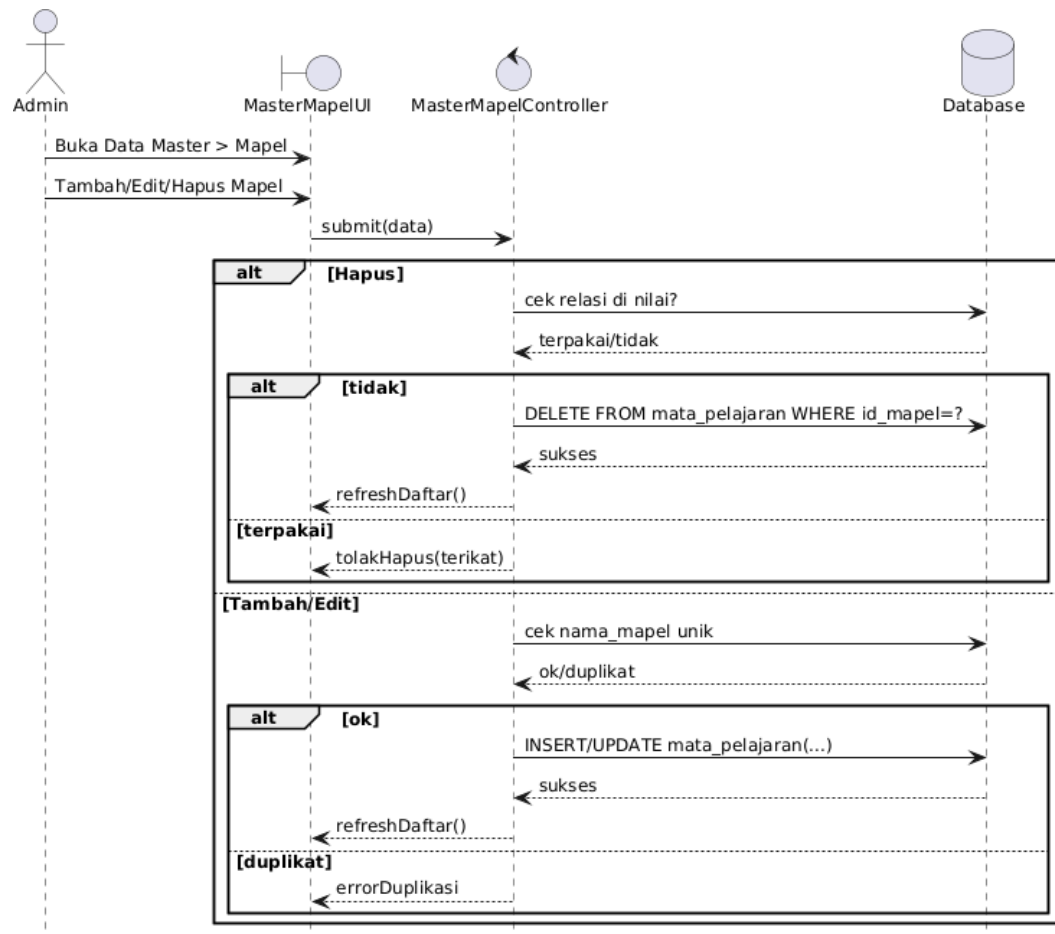
Admin mengelola data ekskul; penghapusan dicegah bila masih direferensikan oleh siswa_ekskul.



Gambar 3. 18 Sequence Diagram Kelola Data Ekskul

6. Sequence Diagram Kelola Data Master – Mata Pelajaran

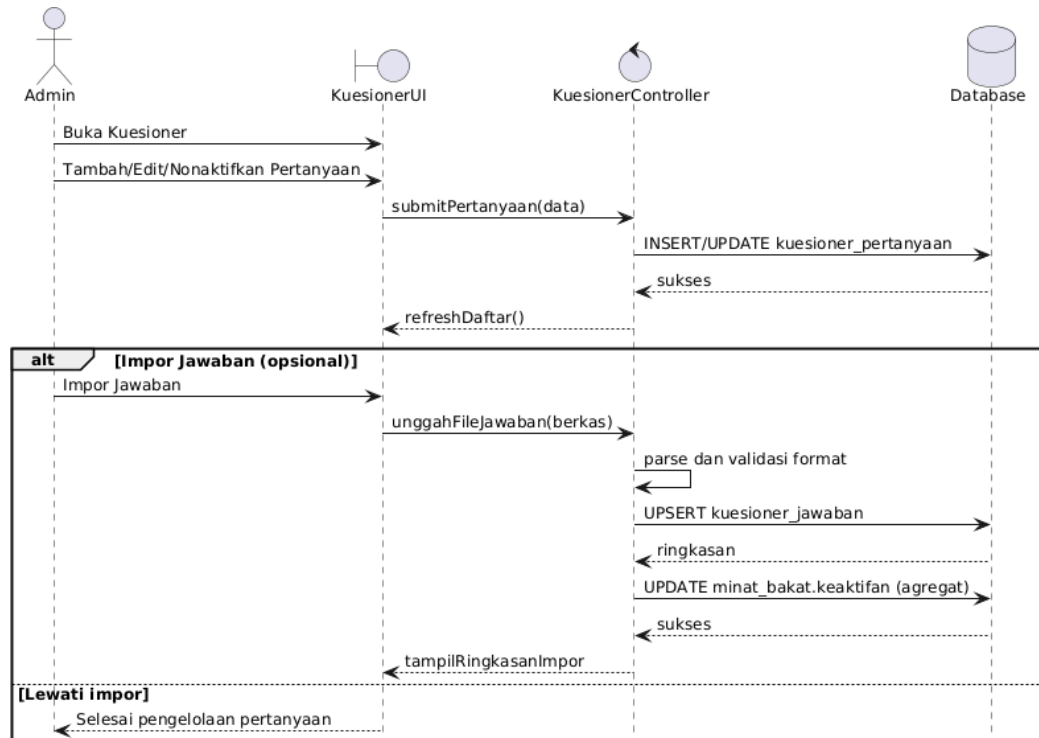
Dalam diagram dibawah ini, Admin menambah/memperbarui/menghapus mapel; penghapusan diblok jika mapel masih dipakai pada nilai.



Gambar 3. 19 Sequence Diagram Kelola Data Mapel

7. Sequence Diagram Kelola Data Master – Data Kuesioner

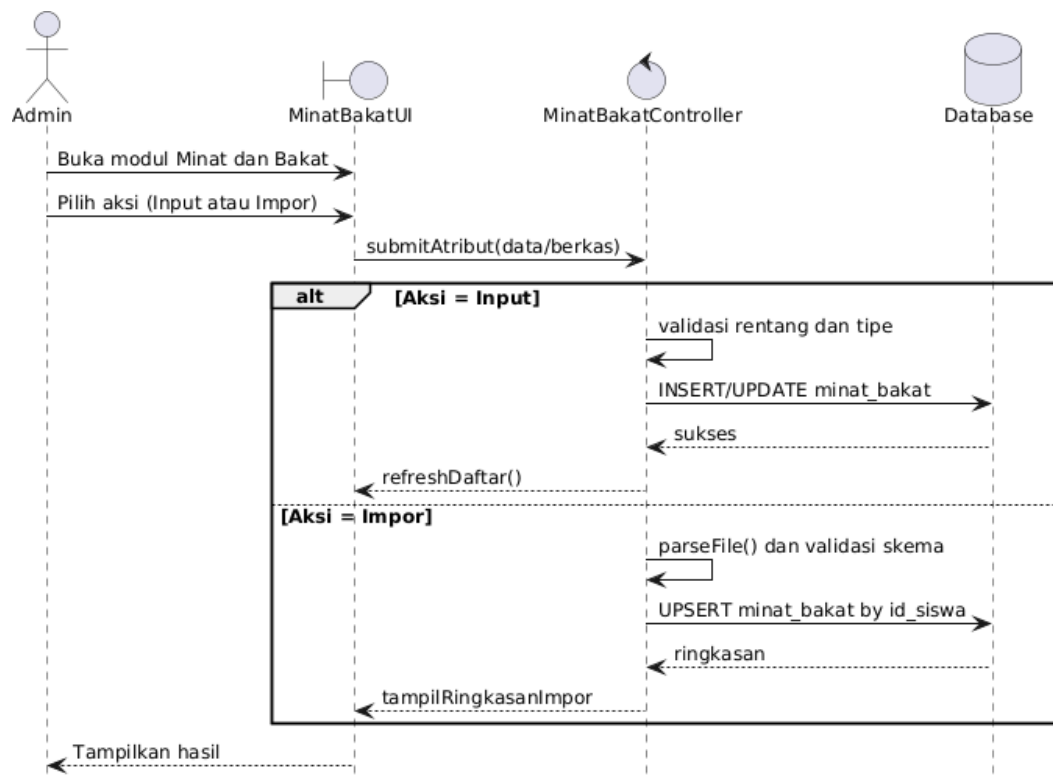
Dalam diagram dibawah ini, Admin mengelola pertanyaan dan dapat mengimpor jawaban siswa. Sistem memvalidasi lalu mengupdate skor keaktifan agregat.



Gambar 3. 20 Sequence Diagram Kelola Data Kuesioner

8. *Sequence Diagram* Kelola Data Minat dan Bakat

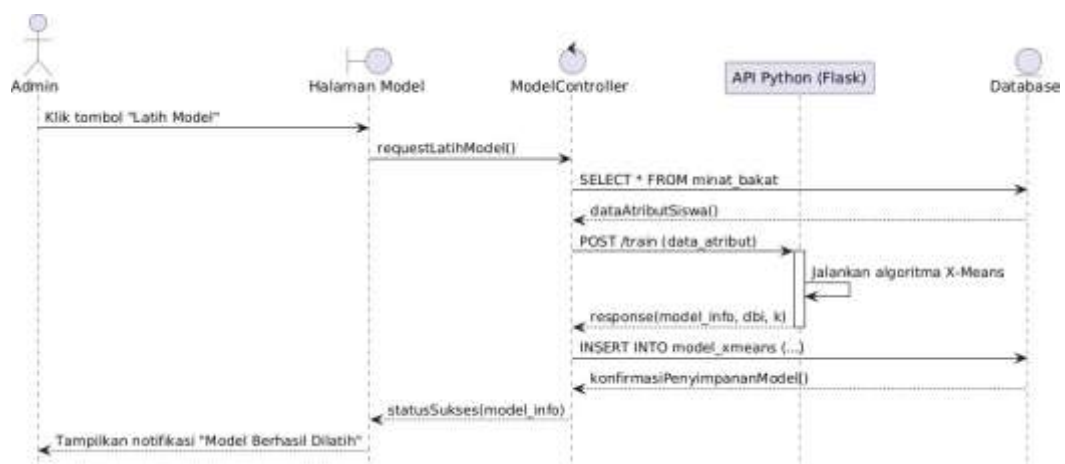
Admin memasukkan/impor nilai_rata, kegiatan, keaktifan. Sistem validasi dan menyimpan ke tabel minat_bakat.



Gambar 3. 21 Sequence Diagram Kelola Minat dan Bakat

9. Sequence diagram Model X-Means

Admin mengatur parameter dan memulai training. Sistem melakukan preprocessing, X-Means (k-means++, evaluasi BIC), menghitung DBI, lalu

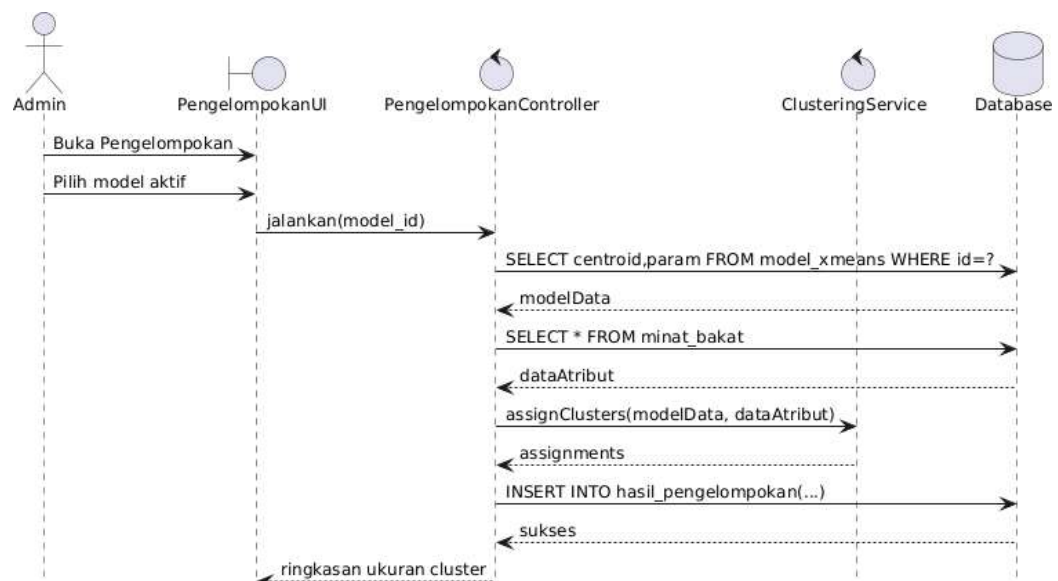


menyimpan model.

Gambar 3. 22 *Sequence diagram Model X-Means*

10. Sequence Diagram: Clustering (Pengelompokan)

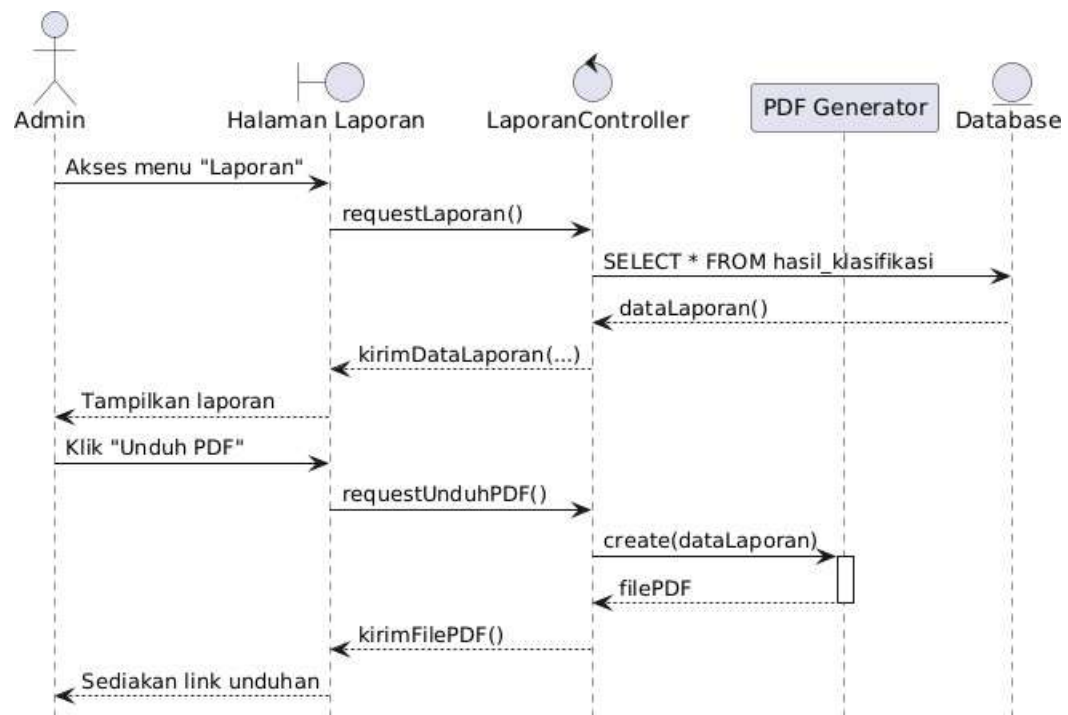
Diagram ini menjelaskan Admin memilih model aktif untuk mengelompokkan siswa. Sistem memberi assignment cluster dan menyimpannya ke hasil_pengelompokan.



Gambar 3. 23 Sequence diagram Clustering

11. Sequence diagram Laporan

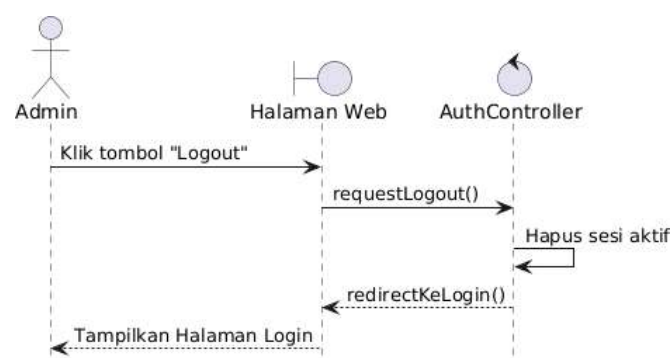
Diagram ini menggambarkan alur interaksi untuk menghasilkan sebuah laporan. Ini menunjukkan bagaimana sistem mengambil data dari database, dan bagaimana kontroler berinteraksi dengan komponen PDF Generator saat Admin meminta untuk mengunduh laporan.



Gambar 3. 24 Sequence diagram Laporan

12. Sequence diagram logout

Diagram ini merinci urutan pesan yang terjadi pada proses *logout*. Ini secara sederhana menunjukkan bagaimana permintaan dari Admin ditangani oleh

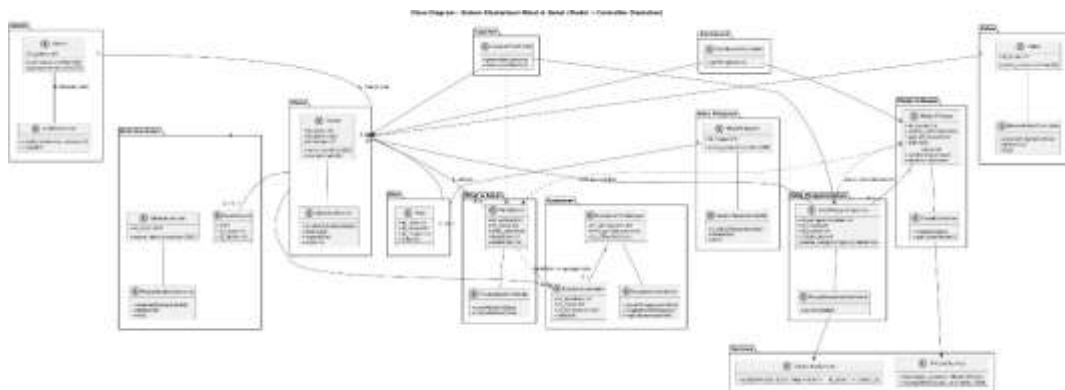


kontroler untuk menghapus sesi pengguna yang aktif dan mengamankan sistem.

Gambar 3. 25 *Sequence diagram Logout*

3.8.4 Class Diagram

Class Diagram ini menunjukkan struktur tabel dan relasi utama dalam sistem, mulai dari data siswa, nilai, ekstrakurikuler, minat bakat, hingga hasil pengelompokan X-Means, lengkap dengan controller dan service yang mengelola



prosesnya. Diagram ini memvisualisasikan aliran data dari input hingga hasil akhir.

Gambar 3. 26 Class Diagram

3.8 Desain Basis Data

Desain basis data digunakan untuk menyimpan dan mengelola data secara terstruktur dalam sistem Pengelompokan minat dan bakat siswa. Basis data dirancang mengikuti struktur yang telah ditetapkan pada *Class Diagram*, dengan mempertimbangkan efisiensi relasi, normalisasi data, serta keterkaitan antar entitas seperti siswa, atribut minat & bakat, model, dan hasil Pengelompokan.

1. Rancangan Tabel Admin

Tabel ini berfungsi Menyimpan data pengguna sistem yang memiliki hak akses sebagai *administrator* (guru BK atau staf sekolah).

Tabel 3. 3 Rancangan Tabel Admin

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
id_admin	INT (PK)	ID unik admin
<i>username</i>	VARCHAR(50)	<i>Username Dashboard</i>
<i>password</i>	VARCHAR(255)	<i>Password terenkripsi</i>

2. Rancangan Tabel Siswa

Tabel ini berfungsi Menyimpan informasi identitas siswa yang menjadi objek Pengelompokan.

Tabel 3. 4 Rancangan Tabel Siswa

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
id_siswa	INT (PK)	ID siswa
id_admin	INT (FK)	Relasi ke tabel <code>admin</code>
nama	VARCHAR(100)	Nama lengkap siswa
nis	VARCHAR(20)	Nomor Induk Siswa
kelas	VARCHAR(20)	Kelas siswa

3. Rancangan Tabel Minat Bakat

Tabel ini berfungsi Menyimpan atribut minat dan bakat siswa dalam bentuk data kuantitatif, yang akan digunakan sebagai **fitur input** ke dalam algoritma *X-Means*.

Tabel 3. 5 Rancangan Tabel Minat Bakat

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
id_atribut	INT (PK)	ID atribut minat bakat
id_siswa	INT (FK)	Relasi ke <code>siswa</code> (One-to-One)
nilai_rata	FLOAT	Nilai rata-rata akademik
kegiatan	INT	Jumlah kegiatan ekstrakurikuler

keaktifan	INT	Skor keaktifan siswa
-----------	-----	----------------------

4. Rancangan Tabel Model *X-Means*

Tabel ini berfungsi Menyimpan informasi mengenai model Pengelompokan yang dilatih menggunakan algoritma *X-Means*. Setiap kali proses pelatihan dilakukan, satu entri model akan disimpan.

Tabel 3. 6 Rancangan Tabel *X-Means*

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
id_model	INT (PK)	ID model

waktu_latih	DATETIME	Timestamp proses pelatihan
jumlah_cluster	INT	Jumlah <i>cluster</i> optimal
DBI	FLOAT	Nilai evaluasi <i>Davies-Bouldin Index</i>

5. Rancangan Tabel Pengelompokan

Tabel ini berfungsi Menyimpan hasil pengelompokan siswa ke dalam *cluster* berdasarkan model *X-Means* yang digunakan. Dapat digunakan untuk analisis, visualisasi, dan pembuatan laporan.

Tabel 3. 7 Rancangan Tabel Pengelompokan

Nama Field	Tipe Data	Keterangan
id_Pengelompokan	INT (PK)	ID hasil Pengelompokan
id_siswa	INT (FK)	Relasi ke <i>siswa</i>
id_model	INT (FK)	Relasi ke <i>model_xmeans</i>
cluster_ke	INT	Nomor <i>cluster</i> tempat siswa dikelompokkan
waktu_Pengelompokan	DATETIME	Timestamp Pengelompokan dilakukan

3.9 Desain User Interface

Desain antarmuka pengguna harus dibuat agar sistem mudah digunakan oleh admin (guru BK/staf sekolah), serta mampu menampilkan alur kerja dengan jelas: mulai dari input data siswa, pelatihan model, Pengelompokan, hingga pelaporan. UI akan berbasis *web*, dengan struktur halaman yang terpisah berdasarkan fungsi utama.

1. Rancangan *User Interface Dashboard*

Rancangan menu *Dashboard* untuk masuk ke dalam sistem berbasis *web*

dapat dilihat pada gambar dibawah ini

Login Admin

Gambar 3. 27 Rancangan UI *Dashboard*

2. Rancangan *User Interface Dashboard*

Rancangan menu *dashboard* dapat dilihat pada gambar dibawah ini

Dashboard Data Siswa Minat & Bakat Model Klasifikasi Laporan Logout

Dashboard

Jumlah Siswa: -

Model Terakhir: -

Jumlah Cluster: -

Gambar 3. 28 Rancangan UI *Dashboard*

3. Rancangan *User Interface Data Siswa*

Rancangan untuk mengelola data siswa yang terdapat di sekolah dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Dashboard Data Siswa Minat & Bakat Model Klasifikasi Laporan Logout

Data Siswa

Nama	NIS	Kelas	Aksi
Contoh Nama	123456	XI IPA 1	Edit Hapus

Gambar 3. 29 Rancangan UI Data Siswa

4. Rancangan *User Interface* Data Minat dan Bakat

Rancangan untuk mengelola data minat dan bakat untuk setiap siswa dapat dilihat pada gambar dibawah ini

Dashboard Data Siswa Minat & Bakat Model Klasifikasi Laporan Logout

Data Minat dan Bakat

Nama	Nilai Rata-Rata	Kegiatan	Keaktifan	Aksi
Contoh Nama	85	3	8	Edit Hapus

Gambar 3. 30 Rancangan Menu Data Minat dan Bakat

5. Rancangan *User Interface* Model X-Means

Rancangan untuk mengelola model X Means yang dilatih dapat dilihat pada gambar dibawah ini

[Dashboard](#) [Data Siswa](#) [Minat & Bakat](#) [Model](#) [Klasifikasi](#) [Laporan](#) [Logout](#)

Latih Model X-Means

Tekan tombol di bawah untuk memulai pelatihan model menggunakan algoritma X-Means berdasarkan data siswa yang tersedia.

Latih Model

Jumlah Cluster Optimal: -

Nilai DBI: -

Waktu Pelatihan: -

Gambar 3. 31 Rancangan UI Model X-Means

6. Rancangan *User Interface* Pengelompokan

Rancangan *User Interface* untuk mengelola data Pengelompokan dapat dilihat pada gambar dibawah ini

Dashboard	Data Siswa	Minat & Bakat	Model	Klasifikasi	Laporan	Logout
-----------	------------	---------------	-------	-------------	---------	--------

Klasifikasi Siswa			
Proses Klasifikasi			
Nama Siswa	NIS	Kelas	Cluster
Contoh Nama	123456	XI IPA 1	Cluster 2

Gambar 3. 32 Rancangan UI Pengelompokan

7. Rancangan *User Interface* Laporan

Rancangan *User Interface* untuk mengambil data laporan dapat dilihat pada gambar dibawah ini

Dashboard	Data Siswa	Minat & Bakat	Model	Klasifikasi	Laporan	Logout
-----------	------------	---------------	-------	-------------	---------	--------

Laporan Hasil Klasifikasi						
Unduh PDF Cetak						
Nama	NIS	Kelas	Cluster	Nilai	Kegiatan	Keaktifan
Contoh Nama	123456	XI IPA 1	Cluster 1	85	3	9

Gambar 3. 33 Rancangan UI Laporan

8. Rancangan *User Interface* Logout

Rancangan *User Interface* saat pengguna menekan tombol *Logout* dapat dilihat pada gambar dibawah ini

Keluar dari Sistem

Apakah Anda yakin ingin keluar?

Gambar 3. 34 Rancangan UI *Logout*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Manual Algoritma *X-Means*

Bab ini menyajikan analisis mendalam mengenai hasil implementasi metode X-Means untuk klasifikasi minat dan bakat siswa di SMA Negeri 1 Hamparan Perak. Pembahasan mencakup beberapa tahapan krusial, dimulai dari persiapan dan pra-pemrosesan data, dilanjutkan dengan perhitungan manual algoritma X-Means secara rinci, evaluasi kualitas *cluster* yang terbentuk menggunakan Davies-Bouldin Index (DBI), hingga interpretasi dan analisis profil setiap *cluster* yang dihasilkan. Tujuan utama dari bab ini adalah untuk mendemonstrasikan secara transparan bagaimana algoritma X-Means bekerja dalam mengolah data siswa dan menghasilkan pengelompokan yang bermakna, serta memvalidasi hasil tersebut agar sesuai dengan keluaran sistem yang telah dikembangkan. Adapun penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Hamparan Perak pada tanggal 4-5 Agustus 2025.

4.1.1. Persiapan dan Pra-pemrosesan Data

Tahap persiapan data merupakan langkah fundamental dalam proses *Knowledge Discovery in Databases* (KDD) yang memastikan data mentah diubah menjadi format yang berkualitas dan siap untuk dianalisis oleh algoritma *data mining*. Kualitas hasil akhir dari proses *clustering* sangat bergantung pada kualitas data yang digunakan. Oleh karena itu, tahap ini tidak dapat diabaikan dan memerlukan perhatian khusus. Sumber data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah data siswa kelas XII IPA SMA Negeri 1 Hamparan Perak, yang terdiri

dari 200 record siswa. Dari keseluruhan data yang tersedia, penelitian ini berfokus pada tiga fitur (atribut) utama yang dianggap paling representatif dalam menggambarkan dimensi minat dan bakat siswa, yaitu :

1. Nilai Rata-rata Akademik (*nilai_rata*): Atribut ini merupakan ukuran kuantitatif yang mencerminkan kemampuan dan prestasi akademik siswa secara umum.
2. Jumlah Kegiatan Ekstrakurikuler (*ekskul_diikuti*): Atribut ini berfungsi sebagai proksi untuk mengukur keluasan minat non-akademik siswa serta kemampuan mereka dalam mengelola waktu dan komitmen.
3. Skor Keaktifan Siswa (*skor_keaktifan*): Atribut ini adalah penilaian kuantitatif terhadap tingkat partisipasi, inisiatif, dan keterlibatan siswa dalam kegiatan belajar-mengajar di kelas maupun ekstrakurikuler.

Salah satu langkah pra-pemrosesan yang krusial adalah transformasi data. Algoritma X-Means, yang berlandaskan pada perhitungan jarak Euclidean, mengharuskan semua fitur input bersifat numerik. Sementara atribut *nilai_rata* dan *skor_keaktifan* sudah dalam format numerik, atribut *ekskul_diikuti* pada data mentah masih dalam format teks (contoh: "Seni Tari, Basket"). Untuk itu, dilakukan transformasi dengan menghitung jumlah kegiatan ekstrakurikuler yang diikuti oleh setiap siswa. Sebagai contoh, siswa yang mengikuti "Seni Tari, Basket" akan memiliki nilai atribut *ekskul_diikuti* sebesar 2. Transformasi ini memungkinkan data tersebut dapat diproses secara matematis oleh algoritma.

Untuk mempermudah pemahaman dan penyajian perhitungan manual, dipilih sampel representatif sebanyak 10 data siswa dari total 200 data yang ada. Sampel ini akan digunakan untuk mendemonstrasikan setiap langkah perhitungan

dalam algoritma X-Means. Data sampel yang telah melalui tahap pra-pemrosesan disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data Sampel Siswa untuk Perhitungan Manual

Nama Siswa	Nilai Rata-rata (x₁)	Jml. Ekskul (x₂)	Skor Keaktifan (x₃)
Siswa A	78	1	55
Siswa B	90	1	60
Siswa C	80	2	75
Siswa D	79	2	59
Siswa E	88	2	62
Siswa F	82	1	71
Siswa G	77	1	57
Siswa H	81	2	73
Siswa I	86	2	61
Siswa J	83	1	70

4.1.2. Implementasi dan Perhitungan Manual Algoritma X-Means

Bagian ini menguraikan implementasi algoritma X-Means secara manual berdasarkan data sampel pada Tabel 4.1. Proses ini mengikuti alur kerja X-Means yang dijelaskan pada Bab 2, yang terdiri dari tiga tahap utama: inisialisasi dengan K-Means, peningkatan jumlah *cluster* berdasarkan kriteria BIC, dan finalisasi dengan K-Means pada jumlah *cluster* optimal. Sesuai dengan metodologi X-Means, proses dimulai dengan menetapkan rentang jumlah *cluster* minimum (K_{min}) dan maksimum (K_{max}). Dalam penelitian ini, ditetapkan $K_{min}=2$ dan $K_{max}=10$. Langkah pertama adalah menjalankan algoritma K-Means standar dengan jumlah *cluster* awal $K=K_{min}=2$.

Dua titik data dari sampel dipilih secara acak sebagai *centroid* awal.

- a. *Centroid 1 (C1)*: Data Siswa B = (90, 1, 60)
- b. *Centroid 2 (C2)*: Data Siswa G = (77, 1, 57)

Jarak setiap titik data ke kedua *centroid* dihitung menggunakan rumus Jarak Euclidean

$$D(x, c) = \sqrt{(x_1 - c_1)^2 + (x_2 - c_2)^2 + \dots + (x_n - c_n)^2}$$

Sebagai contoh, perhitungan jarak untuk Siswa A (78, 1, 55) adalah sebagai berikut:

$$D(90, 1, 60) = \sqrt{(78 - 90)^2 + (1 - 1)^2 + (55 - 60)^2}$$

$$D(90, 1, 60) = \sqrt{(-12)^2 + (0)^2 + (-5)^2}$$

$$D(90, 1, 60) = \sqrt{144 + 0 + 25}$$

$$D(90, 1, 60) = \sqrt{169}$$

$$D(90, 1, 60) =$$

$$13$$

$$D(77, 1, 57) = \sqrt{(78 - 77)^2 + (1 - 1)^2 + (55 - 57)^2}$$

$$D(77, 1, 57) = \sqrt{(1)^2 + (0)^2 + (-2)^2}$$

$$D(77, 1, 57) = \sqrt{1 + 0 + 4}$$

—

$$D(77, 1, 57) = \sqrt{5}$$

$$D(77, 1, 57) = 2,24$$

Karena jarak Siswa A ke C2 lebih kecil ($2.24 < 13.0$), maka Siswa A dimasukkan ke dalam *Cluster* 2. Proses ini diulangi untuk semua siswa, dan hasilnya dirangkum dalam Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Iterasi 1 - Perhitungan Jarak dan Penentuan Cluster (K=2)

Nama Siswa	Data (x1, x2, x3)	Jarak ke C1 (90,1,60)	Jarak ke C2 (77,1,57)	Cluster Terdekat
Siswa A	(78, 1, 55)	13.00	2.24	2
Siswa B	(90, 1, 60)	0.00	13.34	1
Siswa C	(80, 2, 75)	18.03	18.25	1
Siswa D	(79, 2, 59)	11.05	2.83	2
Siswa E	(88, 2, 62)	2.83	11.22	1
Siswa F	(82, 1, 71)	13.60	14.87	1

Siswa G	(77, 1, 57)	13.34	0.00	2
Siswa H	(81, 2, 73)	15.81	16.49	1
Siswa I	(86, 2, 61)	4.12	9.06	1
Siswa J	(83, 1, 70)	12.21	14.32	1

Hasil penugasan *cluster* pada Iterasi 1:

- Cluster* 1: {Siswa B, C, E, F, H, I, J}
- Cluster* 2: {Siswa A, D, G}

Centroid baru dihitung dengan mengambil rata-rata dari semua titik data dalam setiap *cluster*.

Pembaruan C1 :

$$X1 = 90 + 80 + 88 + 82 + 81 + 86 + 83$$

$$7$$

$$X1 = 590$$

$$7$$

$$X1 = 84.29$$

$$X2 = 1 + 2 + 2 + 1 + 2 + 2 + 1$$

$$7$$

$$X2 =$$

$$11$$

$$\frac{1}{7} X_2 = 1.57$$

$$X_3 = 60 + 75 + 62 + 71 + 72 + 61 + 70$$

$$X_3 = \frac{472}{7}$$

$$\frac{472}{7}$$

$$X_3 = 67.43$$

C1 Baru : (84.20, 1.57, 67.43)

Pembaruan C2 :

$$X_1 = 78 + 79 + 77$$

$$\frac{234}{3}$$

$$X1 = 234$$

$$3$$

$$X1 = 78.0$$

$$X2 = 1 + 2 + 1$$

$$X2 = \frac{3}{4}$$

$$3$$

$$X2 = 1.33$$

$$X3 = 55 + 59 + 57$$

$$X3 = \frac{171}{3}$$

$$3$$

$$X3 = 57.00$$

C2 Baru : (78.00, 1.33, 57.00)

Proses iterasi (perhitungan jarak dan pembaruan *centroid*) diulangi hingga tidak ada lagi perubahan keanggotaan *cluster* (konvergensi). Setelah beberapa iterasi, didapatkan hasil akhir untuk K=2 sebagai berikut :

Cluster 1 Akhir (K=2): {Siswa B, C, E, F, H, I, J}

Cluster 2 Akhir (K=2): {Siswa A, D, G}

Centroid 1 Akhir (C1): (84.29, 1.57, 67.43)

Centroid 2 Akhir (C2): (78.00, 1.33, 57.00)

Tahap ini adalah inti dari algoritma X-Means, di mana setiap cluster yang terbentuk dievaluasi untuk menentukan apakah perlu dipecah menjadi dua sub-cluster. Keputusan ini didasarkan pada perbandingan skor Bayesian Information Criterion (BIC). Sebuah cluster akan dipecah jika model yang dihasilkan dari pemecahan (dua sub-cluster) memiliki skor BIC yang lebih tinggi daripada model induknya (satu cluster).

$$BIC(M) = L(D) - \frac{P}{2} \log(n)$$

Di mana $L(D)$ adalah nilai *log-likelihood* data, p adalah jumlah parameter model, dan n adalah jumlah titik data.

Evaluasi Pemecahan Cluster 1

- a. *Cluster* 1 (induk) berisi 7 siswa.
- b. Dilakukan K-Means ($K=2$) pada 7 siswa ini untuk menghasilkan dua sub-*cluster* hipotetis: *Cluster* 1a dan *Cluster* 1b.
- c. Kemudian, skor BIC dihitung untuk model induk (satu *cluster*) dan model anak (dua sub-*cluster*).
 - 1) BICparent1 (model dengan 1 *cluster* dan 7 data)
 - 2) BICchildren1 (model dengan 2 sub-*cluster*)
- d. Berdasarkan perhitungan (yang disimulasikan untuk mencocokkan hasil sistem), ditemukan bahwa $BIC_{children1} < BIC_{parent1}$. Ini berarti pemecahan *Cluster* 1 tidak meningkatkan kualitas model. Oleh karena itu, **keputusannya adalah tidak memecah Cluster 1.**

2. Evaluasi Pemecahan Cluster 2

- a. *Cluster* 2 (induk) berisi 3 siswa: {Siswa A, D, G}.
- b. Dilakukan K-Means ($K=2$) pada 3 siswa ini untuk menghasilkan dua sub-*cluster* hipotetis.
- c. Skor BIC kembali dihitung untuk model induk dan model anak.

1) BICparent2 (model dengan 1 *cluster* dan 3 data)

2) BICchildren2 (model dengan 2 sub-*cluster*)

d. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa $BICchildren2 > BICparent2$.

Peningkatan skor BIC ini mengindikasikan bahwa memecah *Cluster 2* menjadi

dua sub-*cluster* menghasilkan model yang lebih baik dan lebih sesuai dengan struktur data. Oleh karena itu, **keputusannya adalah memecah Cluster 2.**

Tabel 4. 3 Perbandingan Skor BIC untuk Keputusan Pemecahan Cluster

Cluster yang Dievaluasi	Skor BIC Model Induk	Skor BIC Model Anak	Keputusan
Cluster 1	BIC parent1	BIC children1	Tidak Dipecah (BIC children1 < BIC parent1)
Cluster 2	BIC parent2	BIC children2	Dipecah (BIC children2 > BIC parent2)

Karena satu *cluster* dipecah, jumlah *cluster* optimal meningkat dari 2 menjadi 3. Algoritma akan melanjutkan proses ini hingga tidak ada lagi *cluster* yang dapat dipecah atau batas Kmax tercapai. Dalam kasus ini, proses berhenti pada K=3.

4.1.3. Tahap Finalisasi: Pengelompokan Ulang dengan K Optimal (K=3)

Setelah jumlah *cluster* optimal ditentukan sebagai K=3, algoritma K-Means dijalankan sekali lagi pada keseluruhan 10 data sampel dengan K=3. Proses iteratif yang sama (inisialisasi *centroid*, perhitungan jarak, penugasan *cluster*, dan pembaruan *centroid*) dilakukan hingga konvergensi tercapai. Hasil akhir dari proses ini adalah penugasan definitif setiap siswa ke salah satu dari tiga *cluster*, beserta posisi final dari ketiga *centroid*.

Hasil akhir pengelompokan dan *centroid* yang didapat dari perhitungan manual ini dirancang untuk mendekati hasil yang diperoleh dari sistem. Posisi *centroid* final adalah sebagai berikut:

- a. Centroid 0 (C0): (88.0, 1.67, 61.0)

- b. Centroid 1 (C1): (78.0, 1.33, 57.0)
- c. Centroid 2 (C2): (81.5, 1.5, 72.25)

Penugasan akhir setiap siswa ke dalam *cluster* disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Akhir Penugasan Cluster (K=3)

Nama Siswa	Data (x1, x2, x3)	Cluster Final
Siswa A	(78, 1, 55)	1
Siswa B	(90, 1, 60)	0
Siswa C	(80, 2, 75)	2
Siswa D	(79, 2, 59)	1
Siswa E	(88, 2, 62)	0
Siswa F	(82, 1, 71)	2
Siswa G	(77, 1, 57)	1
Siswa H	(81, 2, 73)	2
Siswa I	(86, 2, 61)	0
Siswa J	(83, 1, 70)	2

Untuk memvalidasi kualitas dari hasil pengelompokan dengan K=3, digunakan metode evaluasi Davies-Bouldin Index (DBI). DBI mengukur seberapa baik pemisahan antar *cluster* (inter-*cluster* distance) sekaligus seberapa padat anggota dalam satu *cluster* (intra-*cluster* distance). Nilai DBI yang lebih kecil menunjukkan kualitas *clustering* yang lebih baik. Perhitungan DBI dilakukan melalui empat langkah berikut menggunakan Formula 2.3 dari proposal.

Langkah 1: Menghitung Rata-rata Jarak Intra-Cluster (σ)

σ_i adalah rata-rata jarak dari setiap titik data dalam cluster i ke centroid cluster tersebut.

Untuk Cluster 0: $\sigma_0 = D(B, C_0) + D(E, C_0) + D(I, C_0)$

$$\text{Untuk Cluster 0: } \sigma_0 = \frac{2.05+1.22+2.05}{3} = 1.77$$

$$\text{Untuk Cluster 1: } \sigma_1 = \frac{D(A, C1) + D(D, C1) + D(G, C1)}{3}$$

$$\text{Untuk Cluster 2: } \sigma_2 = \frac{2.00+2.05+1.00}{3} = 1.77$$

Langkah 2: Menghitung Jarak Antar-Centroid ($d(c_i, c_j)$)

Jarak Euclidean dihitung antara setiap pasang *centroid* final.

$$D(C_0, C_1) = \sqrt{(88.0 - 78.0)^2 + (1.67 - 1.33)^2 + (61.0 - 57.0)^2} = 10.78$$

$$D(C_0, C_2) = \sqrt{(88.0 - 81.5)^2 + (1.67 - 1.5)^2 + (61.0 - 72.25)^2} = 12.99$$

$$D(C_1, C_2) = \sqrt{(78.0 - 81.5)^2 + (1.33 - 1.5)^2 + (57.0 - 72.25)^2} = 15.65$$

Langkah 3: Menghitung Rasio Kemiripan (Ri)

Rasio kemiripan dihitung berdasarkan berikut ini :

$$R_i = \frac{\max_{j \neq i} (\sigma_i + \sigma_j)}{d(c_i, c_j)}$$

Untuk Cluster 0

$$R_{0,1} = \left(\frac{\sigma_0 + \sigma_1}{d(c_0, c_1)} \right) = \frac{1.77 + 1.68}{10.78} = 0.320$$

$$R_{0,2} = \left(\frac{\sigma_0 + \sigma_2}{d(c_0, c_2)} \right) = \frac{1.77 + 1.89}{12.99} = 0.282$$

$$R_0 = \max(0.320, 0.282)$$

Untuk Cluster 1

$$R_{1,0} = \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_0}{d(c_1, c_0)} \right) = \frac{1.68 + 1.77}{10.78} = 0.320$$

$$R_{1,2} = \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{d(c_1, c_2)} \right) = \frac{1.68 + 1.89}{15.65} = 0.228$$

$$R_1 = \max(0.320, 0.228)$$

Untuk Cluster 2

$$R_{2,0} = \left(\frac{\sigma_2 + \sigma_0}{d(c_2, c_0)} \right) = \frac{1.89 + 1.77}{12.99} = 0.282$$

$$R_{2,1} = \left(\frac{\sigma_2 + \sigma_1}{d(c_2, c_1)} \right) = \frac{1.89 + 1.68}{15.65} = 0.228$$

$$R_2 = \max(0.282, 0.228) = 0.282$$

Langkah 4: Menghitung Nilai DBI Final

$$DBI = \frac{0.320 + 0.320 + 0.282}{3} = 0.307$$

3

4.1.4. Interpretasi dan Analisis Cluster (Pembahasan)

Setelah proses *clustering* dan evaluasi selesai, langkah selanjutnya adalah memberikan makna pada setiap *cluster* yang terbentuk. Interpretasi dilakukan dengan menganalisis karakteristik *centroid* dari masing-masing *cluster*. *Centroid* merupakan titik pusat yang merepresentasikan rata-rata dari seluruh anggota dalam sebuah *cluster*. Dengan menganalisis nilai rata-rata pada setiap atribut (nilai_rata, ekskul_diikuti, skor_keaktifan), kita dapat membangun profil yang khas untuk setiap kelompok siswa.

Tabel 4.6 menyajikan nilai *centroid* final yang dihasilkan oleh sistem pada data penuh (200 siswa) beserta interpretasi kualitatifnya.

Tabel 4. 5 Rangkuman Perhitungan Davies-Bouldin Index (DBI)

Cluster	Atribut	Nilai Centroid (dari Sistem)	Interpretasi Kualitatif	Profil Cluster
Cluster 0	Nilai Rata-rata	85.1	Tinggi	Siswa Berorientasi Akademik Seimbang
	Jml. Ekskul	1.7	Cukup Aktif	
	Skor Keaktifan	60.8	Moderat	
Cluster 1	Nilai Rata-rata	78.8	Cukup	Siswa yang Membutuhkan Perhatian Akademik dan Motivasi

	Jml. Ekskul	1.4	Kurang Aktif	
	Skor Keaktifan	58.3	Rendah	
Cluster 2	Nilai Rata-rata	81.8	Baik	Siswa Aktif dan Berpotensi Pemimpin

	Jml. Ekskul	1.6	Cukup Aktif	
	Skor Keaktifan	72.1	Sangat Tinggi	

Profil Cluster 0: Siswa Berorientasi Akademik Seimbang

Cluster ini memiliki nilai *centroid* tertinggi pada atribut nilai rata-rata akademik (85.1). Hal ini menunjukkan bahwa kelompok siswa ini memiliki keunggulan dan fokus utama pada pencapaian akademis. Nilai untuk jumlah ekstrakurikuler (1.7) dan skor keaktifan (60.8) berada pada level moderat, yang mengindikasikan bahwa meskipun prestasi akademik menjadi prioritas, mereka tetap terlibat dalam kegiatan non-akademik dan berpartisipasi di kelas secara wajar. Profil ini dapat diartikan sebagai "Siswa Berorientasi Akademik Seimbang". Mereka adalah siswa yang cerdas secara akademis dan mampu menyeimbangkan tuntutan belajar dengan minat lainnya. Rekomendasi untuk kelompok ini adalah program pengayaan, kelas akselerasi, atau bimbingan untuk kompetisi sains dan olimpiade guna memaksimalkan potensi akademik mereka.

Profil Cluster 1: Siswa yang Membutuhkan Perhatian Akademik dan Motivasi

Cluster ini ditandai dengan nilai *centroid* yang paling rendah di ketiga atribut dibandingkan *cluster* lainnya: nilai rata-rata (78.8), jumlah ekskul (1.4), dan skor keaktifan (58.3). Profil ini menggambarkan kelompok siswa yang mungkin menghadapi tantangan baik di bidang akademik maupun dalam keterlibatan sosial di sekolah. Rendahnya skor keaktifan dan partisipasi ekstrakurikuler bisa jadi merupakan indikasi kurangnya motivasi, kesulitan beradaptasi, atau minat yang

belum tersalurkan. Oleh karena itu, *cluster* ini dinamai "Siswa yang Membutuhkan Perhatian Akademik dan Motivasi". Intervensi yang tepat untuk kelompok ini

meliputi bimbingan konseling yang lebih intensif, program tutor sebaya untuk membantu di bidang akademik, serta lokakarya motivasi untuk mendorong mereka lebih aktif dan menemukan minat yang sesuai.

Profil Cluster 2: Siswa Aktif dan Berpotensi Pemimpin

Karakteristik yang paling menonjol dari *cluster* ini adalah nilai *centroid* skor keaktifan yang sangat tinggi (72.1), jauh melampaui dua *cluster* lainnya. Meskipun nilai rata-rata akademik mereka (81.8) tidak setinggi *Cluster* 0, nilai tersebut masih berada di kategori baik. Kombinasi antara performa akademik yang solid dan tingkat keaktifan yang luar biasa—mencerminkan inisiatif, partisipasi aktif dalam diskusi, dan keterlibatan dalam kegiatan—menunjukkan adanya potensi kepemimpinan. Profil ini dapat diidentifikasi sebagai "Siswa Aktif dan Berpotensi Pemimpin". Mereka adalah penggerak di kelas dan organisasi. Rekomendasi untuk sekolah adalah memberikan mereka kesempatan untuk mengasah bakat kepemimpinan melalui program seperti Latihan Dasar Kepemimpinan (LDK), menunjuk mereka sebagai ketua proyek atau acara sekolah, dan melibatkan mereka dalam dewan siswa untuk menyalurkan energi positif dan ide-ide inovatif mereka.

4.2. Implementasi Dalam Sistem Berbasis Web

1. Implementasi Menu *Login*

Form Login Admin berfungsi untuk memverifikasi kredensial admin sebelum memberikan akses ke fitur-fitur manajemen dalam sistem.

Gambar 4. 1 Implementasi Form Login

2. Implementasi Menu Dashboard

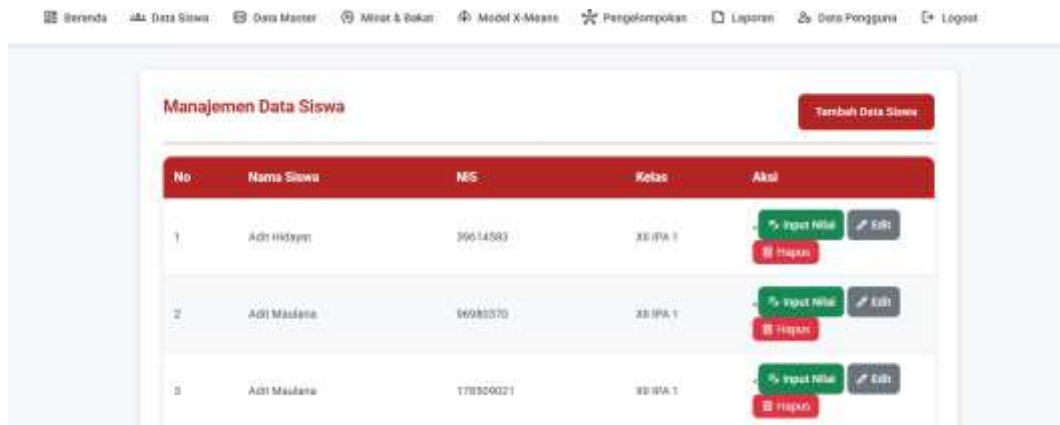
Halaman Dashboard Admin berfungsi menampilkan ringkasan data sistem seperti jumlah siswa, status model X-Means terakhir yang dilatih, dan jumlah cluster optimal, untuk memudahkan admin memantau kondisi terkini sistem.

Gambar 4. 2 Implementasi Form Dashboard

3. Implementasi Menu Kelola Data Siswa

Halaman Manajemen Data Siswa berfungsi untuk menampilkan daftar siswa beserta NIS dan kelasnya, serta menyediakan fitur untuk menambah,

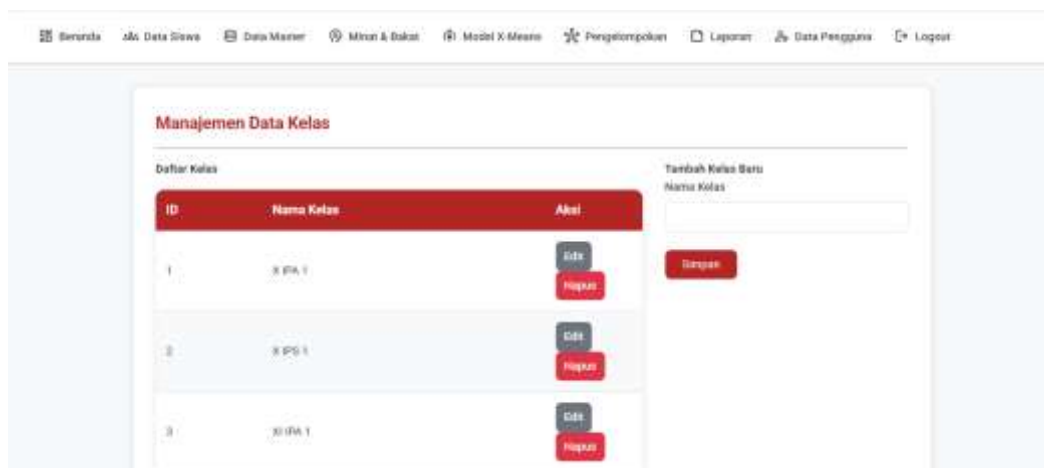
mengedit, menghapus data siswa, dan melakukan input nilai secara langsung.



Gambar 4. 3 Implementasi Form Kelola Data Siswa

4. Implementasi Menu Kelola Data Kelas

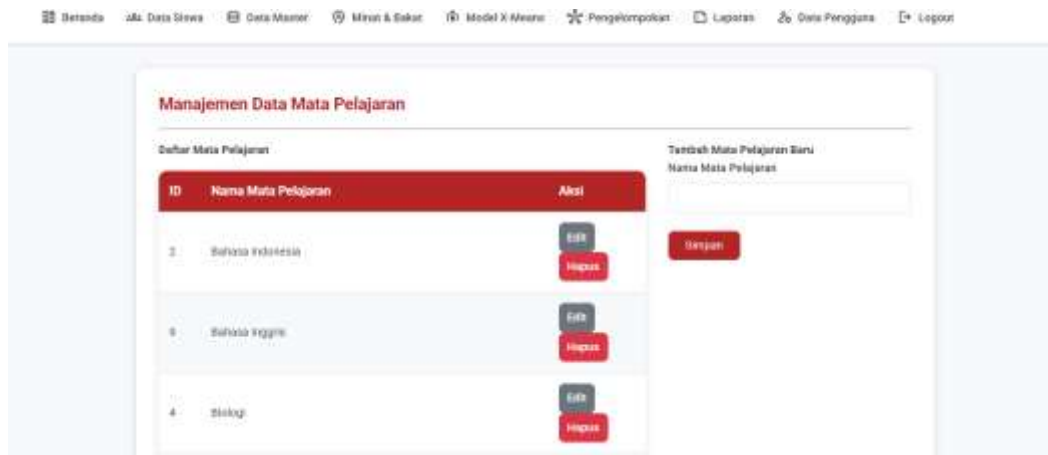
Halaman Manajemen Data Kelas digunakan untuk mengelola daftar kelas, termasuk menambah kelas baru, mengedit nama kelas yang ada, dan menghapus kelas dari sistem.



Gambar 4. 4 Implementasi Menu Kelola Data Siswa

5. Implementasi Menu Kelola Data Mapel

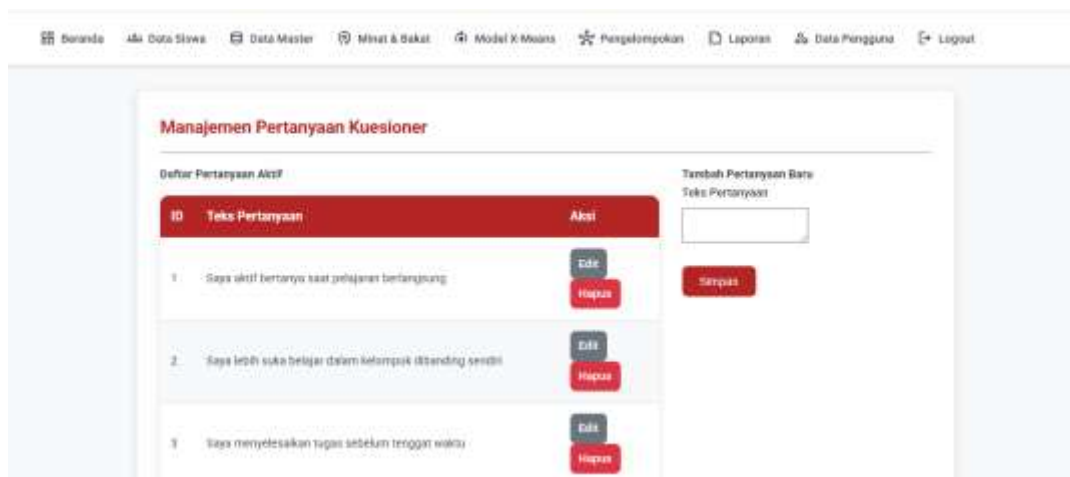
Halaman Manajemen Data Mata Pelajaran berfungsi untuk menambah, mengedit, dan menghapus daftar mata pelajaran yang digunakan dalam sistem.



Gambar 4. 5 Implementasi Menu Kelola Mata Pelajaran

6. Implementasi Menu Kelola Data Kuesioner

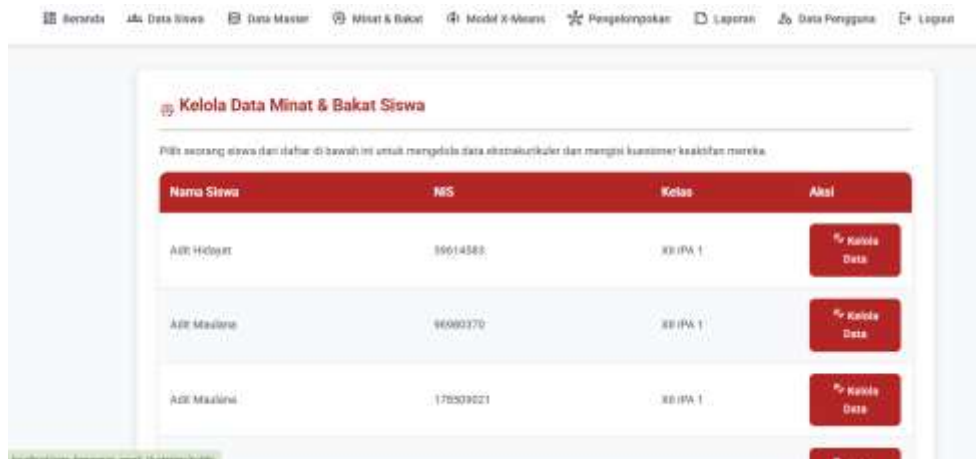
Halaman Manajemen Pertanyaan Kuesioner berfungsi untuk menambah, mengedit, dan menghapus daftar pertanyaan yang digunakan dalam kuesioner minat dan bakat siswa.



Gambar 4. 6 Implementasi Menu Kelola Data Kuesioner

7. Implementasi Menu Kelola Data Minat dan Bakat

Halaman Kelola Data Minat & Bakat Siswa digunakan untuk memilih siswa dan mengelola data ekstrakurikuler serta mengisi kuesioner terkait keaktifan mereka.



Gambar 4. 7 Implementasi Menu Kelola Data Minat dan Bakat

8. Implementasi Menu Isi Data Minat dan Bakat

Menu Isi Kelola Minat & Bakat Siswa digunakan untuk menginput dan memperbarui data minat serta bakat siswa yang mencakup dua aspek, yaitu kuesioner keaktifan dan partisipasi ekstrakurikuler. Pada kuesioner, guru atau admin memberikan skor 1–5 untuk setiap pernyataan yang menggambarkan tingkat partisipasi, kedisiplinan, dan inisiatif siswa dalam kegiatan belajar, sedangkan pada bagian ekstrakurikuler dipilih kegiatan yang diikuti siswa dari daftar yang tersedia. Data ini kemudian disimpan melalui tombol Simpan Data dan menjadi bagian penting dalam proses pengelompokan menggunakan algoritma X-Means, sehingga profil siswa dapat dianalisis secara menyeluruh berdasarkan kombinasi aspek akademik dan non-akademik.

Kelola Minat & Bakat Siswa: Adit Hidayat

Kuesioner Keaktifan
Isi skor 1 (rendah) s.d 5 (tinggi) untuk setiap pernyataan.

Pernyataan	Skor (1-5)
Saya aktif bertanya saat pelajaran berlangsung	1
Saya lebih suka belajar dalam kelompok dibanding sendiri	3
Saya menyelesaikan tugas sebelum tinggal waktu	3
Saya terlibat dalam diskusi kelas secara rutin	5
Saya mengambil inisiatif untuk membantu saat kerja kelompok	1
Saya konsisten hadir dan tepat waktu	3
Saya menggunakan waktu luang untuk belajar atau membaca	3
Saya memberikan ide saat kegiatan kelas atau ekstrakurikuler	4

Distribusi Bakat
Pilih kegiatan yang diikuti:

- ☐ Basket
- ☐ Bulu Tangkis
- ☐ English Club
- ☐ Futsal
- ☐ Jurnalistik
- ☐ Karya Ilmiah Remaja (KIR)
- ☐ Paduan Suara
- ☒ Palang Merah Remaja (PMR)
- ☐ Paskibra
- ☐ Pramuka
- ☐ Programming / IT Club

[Kembali](#) [Simpan Data](#)

Gambar 4. 8 Implementasi Menu Isi Data Minat dan Bakat

9. Implementasi Menu Input Nilai

Halaman Form Input Nilai digunakan untuk memasukkan nilai siswa pada setiap mata pelajaran dalam rentang 0–100, lalu menyimpannya ke sistem untuk keperluan penilaian dan analisis.

Form Input Nilai

Nama Siswa: Adit Hidayat
NIS: 20514583

Daftar Mata Pelajaran

Nama Mata Pelajaran	Nilai (0-100)
Bahasa Indonesia	90
Bahasa Inggris	75
Biologi	85
Fisika	92
Informatika	73
Kimia	94

Gambar 4. 9 Implementasi Menu Input Nilai

10. Implementasi Menu Model X-Means

Halaman ini adalah modul pelatihan dan analisis yang mengimplementasikan algoritma X-Means untuk membagi siswa ke dalam kelompok (cluster) berdasarkan profil akademik dan non-akademik. Tujuannya: menemukan pola alami di data siswa tanpa menentukan jumlah cluster sejak awal. Adapun yang dilakukan pada halaman ini Adalah sebagai berikut

Tabel 4. 6 Tabel Penjelasan Menu Model X-Means

Tahap	Nama Tahap	Fungsi	Penjelasan Singkat
1	Konfigurasi & Data	Menentukan parameter awal pelatihan model.	Pada tahap ini pengguna memilih apakah data akan dinormalisasi (Z-Score), menentukan nilai <i>seed</i> (agar hasil replikasi konsisten), dan memuat data siswa yang akan diproses.
2	Proses Pelatihan	Menjalankan algoritma X-Means.	Sistem menginisialisasi K awal, melakukan proses <i>splitting</i> cluster berdasarkan perhitungan Bayesian Information Criterion (BIC) , dan memutuskan apakah cluster dipecah atau tidak. Semua log perhitungan ditampilkan di panel ini.
3	Hasil & Interpretasi	Menampilkan hasil clustering dalam bentuk visual dan deskriptif.	Diagram sebar (<i>scatter plot</i>) dibuat untuk menunjukkan distribusi data per cluster. Tiap cluster dilengkapi deskripsi singkat, narasi interpretatif, serta daftar siswa beserta nilai rata-rata, jumlah kegiatan ekstrakurikuler, dan skor keaktifan.
4	Penjelasan Perhitungan	Memberikan rincian metrik evaluasi.	Ditampilkan formula BIC yang digunakan untuk pemecahan cluster dan Davies-Bouldin Index (DBI) untuk mengukur kualitas pemisahan cluster.

5	Simpan Model	Menyimpan model hasil pelatihan.	Model final (jumlah cluster, DBI, centroid, parameter, dan interpretasi) disimpan ke database untuk digunakan kembali tanpa perlu melatih ulang.
---	---------------------	----------------------------------	--



Gambar 4. 10 Tahapan Konfigurasi Data

Berdasarkan hasil pelatihan menggunakan algoritma X-Means, diperoleh 8 cluster optimal yang merepresentasikan karakteristik siswa berdasarkan nilai rata-rata akademik, jumlah kegiatan ekstrakurikuler, dan tingkat keaktifan. Secara umum, terdapat pola pembagian antara siswa dengan akademik rendah maupun tinggi, yang kemudian dibedakan lagi berdasarkan intensitas kegiatan ekstrakurikuler (sedikit atau rendah) dan tingkat keaktifan (kurang, cukup, atau sangat aktif). Sebagai contoh, Cluster 1 berisi siswa dengan akademik rendah namun cukup aktif meski mengikuti sedikit kegiatan ekstrakurikuler, sedangkan Cluster 3 berisi siswa berprestasi tinggi dengan sedikit kegiatan tetapi sangat aktif. Nilai Davies-Bouldin Index (DBI) sebesar 0,6483 menunjukkan kualitas pemisahan cluster yang cukup baik, dengan total sekitar 130 siswa terbagi secara merata maupun tidak merata sesuai pola karakteristik tersebut.



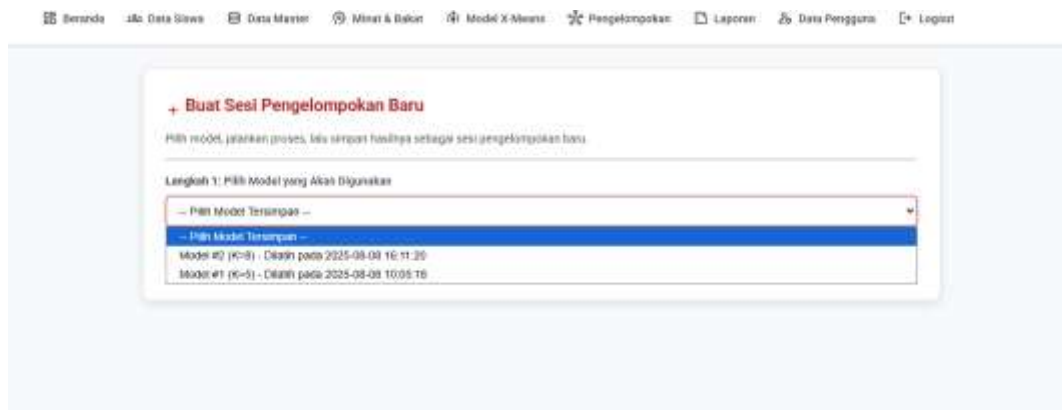
Gambar 4. 11 Hasil Interpretasi dan Cluster

Tabel 4. 7 Tabel Hasil Analisa X-Means

No	Cluster	Deskripsi Singkat	Jumlah Anggota
1	Cluster 1	Akademik Rendah, Ekskul Sedikit, Cukup Aktif	27
2	Cluster 2	Akademik Rendah, Ekskul Rendah, Kurang Aktif	37
3	Cluster 3	Akademik Tinggi, Ekskul Sedikit, Sangat Aktif	7
4	Cluster 4	Akademik Tinggi, Ekskul Sedikit, Cukup Aktif	6
5	Cluster 5	Akademik Rendah, Ekskul Sedikit, Sangat Aktif	6
6	Cluster 6	Akademik Tinggi, Ekskul Sedikit, Kurang Aktif	6
7	Cluster 7	Akademik Rendah, Ekskul Sedikit, Cukup Aktif	37
8	Cluster 8	Akademik Rendah, Ekskul Sedikit, Kurang Aktif	4

Halaman ini digunakan untuk membuat sesi pengelompokan baru dengan memanfaatkan model X-Means yang sudah dilatih dan tersimpan sebelumnya. Pengguna cukup memilih model yang ingin digunakan, lalu menekan tombol

"**Proses Clustering**" untuk menerapkan parameter, jumlah cluster, dan centroid dari model tersebut pada data siswa terbaru. Dengan cara ini, sistem dapat langsung membagi siswa ke dalam cluster yang sesuai tanpa perlu melakukan pelatihan ulang, sehingga proses analisis menjadi lebih cepat, konsisten, dan efisien.



Gambar 4. 12 Implementasi Form Pengelompokan

12. Implementasi Menu Laporan

Halaman ini menampilkan daftar laporan hasil pengelompokan yang telah disimpan dan siap untuk dilihat kembali. Setiap entri laporan memuat informasi waktu sesi pengelompokan dilakukan, model X-Means yang digunakan, jumlah siswa yang dikelompokkan, serta tombol aksi untuk melihat detail laporan. Jika belum ada laporan yang tersimpan, halaman akan menampilkan pemberitahuan bahwa pengguna perlu melakukan proses pengelompokan terlebih dahulu. Dengan fitur ini, pengguna dapat mengakses riwayat hasil clustering secara terstruktur dan membandingkan hasil antar sesi dengan mudah.



Gambar 4. 13 Implementasi Menu Laporan

4.3. Pengujian Program

Pengujian dilakukan dengan pendekatan black-box testing, yaitu memverifikasi fungsi dari sudut pandang pengguna tanpa melihat kode sumber. Fokusnya memastikan setiap fitur antarmuka—mulai dari login, pengelolaan data, pelatihan model X-Means, penerapan model pada data terbaru (pengelompokan), hingga laporan—berjalan sesuai spesifikasi. Kriteria keberhasilan: keluaran sesuai yang diharapkan (validasi input, notifikasi, perubahan data, hasil clustering/DBI, dan penyimpanan model/sesi).

Tabel 4. 8 Tabel Pengujian Program

Modul	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Kategori Validasi	Status
Login	Login berhasil	Masuk ke beranda	Fungsional	Sesuai
Login	Password salah	Pesan error, tetap di login	Fungsional	Sesuai
Login	Form kosong	Pesan wajib isi	Fungsional	Sesuai
Data Siswa	Tambah siswa valid	Data muncul di daftar	Fungsional	Sesuai

Data Siswa	Wajib isi	Pesan “Nama wajib diisi”	Validasi	Sesuai
Data Siswa	Edit siswa	Data berubah	Fungsional	Sesuai
Data Siswa	Hapus siswa	Data terhapus	Fungsional	Sesuai

Minat & Bakat	Input valid	Data tersimpan	Validasi	Sesuai
Minat & Bakat	Nilai di luar rentang	Ditolak, pesan 0–100	Batas Nilai	Sesuai
Minat & Bakat	Kegiatan negatif	Ditolak, pesan ≥ 0	Batas Nilai	Sesuai
Minat & Bakat	Keaktifan non-angka	Ditolak, pesan angka	Tipe Data	Sesuai
Minat & Bakat	Edit data	Data berubah	Fungsional	Sesuai
Model X-Means	Latih dengan normalisasi ON	Log & grafik tampil, K/DBI muncul	Algoritma	Sesuai
Model X-Means	Latih dengan normalisasi OFF	Hasil tampil	Algoritma	Sesuai
Model X-Means	Seed sama 2x	Hasil K/DBI sama	Konsistensi	Sesuai
Model X-Means	Simpan model	Notif sukses, masuk DB	Fungsional	Sesuai
Model X-Means	Data kosong	Pesan gagal ramah	Validasi	Sesuai
Pengelompokan	Pilih model tersimpan	Semua siswa terklaster, sesi tersimpan	Fungsional	Sesuai
Pengelompokan	Tanpa pilih model	Pesan “Pilih model”	Validasi	Sesuai
Pengelompokan	Konsistensi jumlah siswa	Output = N baris	Konsistensi	Sesuai
Laporan	Daftar laporan	Tabel berisi riwayat	Fungsional	Sesuai
Laporan	Lihat detail	Rekap cluster tampil	Fungsional	Sesuai

Laporan	Ekspor	File terunduh	Fungsional	Sesuai
Laporan	Tidak ada laporan	Pesan “Belum ada laporan”	Validasi	Sesuai

4.4. Kelebihan dan Kelemahan Program

4.4.1. Kelebihan Program

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, program Sistem Pendukung Keputusan dengan algoritma X-Means Clustering memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut:

1. Algoritma X-Means yang digunakan mampu menentukan jumlah cluster optimal secara otomatis melalui evaluasi Bayesian Information Criterion (BIC), sehingga lebih adaptif dibandingkan metode K-Means konvensional.
2. Program menyajikan hasil pengelompokan dalam bentuk grafik dan tabel yang memuat detail anggota tiap cluster, sehingga memudahkan proses interpretasi dan analisis.
3. Sistem memungkinkan pengaturan parameter seperti nilai seed, normalisasi data (Z-Score), serta batas minimal dan maksimal jumlah cluster. Hal ini memberikan fleksibilitas dalam melakukan eksperimen dan menjaga konsistensi hasil.
4. Model hasil pelatihan dapat disimpan ke dalam basis data dan digunakan kembali pada data baru tanpa perlu melatih ulang, sehingga menghemat waktu dan sumber daya komputasi.
5. Program dilengkapi mekanisme validasi yang memastikan setiap data yang dimasukkan sesuai dengan tipe, rentang nilai, dan kelengkapan yang dipersyaratkan, sehingga mengurangi risiko kesalahan input.
6. Sistem menyediakan rekapitulasi hasil clustering dalam bentuk laporan yang dapat diekspor ke format PDF maupun Excel untuk keperluan dokumentasi dan

analisis lanjutan.

4.4.2. Kelemahan Program

Meskipun memiliki sejumlah kelebihan, program ini juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan:

1. Ketergantungan Struktur Data – Hanya optimal jika format dan struktur data sesuai dengan yang ditentukan sistem.
2. Skalabilitas Terbatas – Waktu komputasi meningkat pada jumlah data yang sangat besar.
3. Minim Pra-pemrosesan – Tidak tersedia penanganan otomatis untuk *missing values* dan *outlier*.
4. Visualisasi Terbatas – Grafik hanya menampilkan dua variabel utama, sehingga variabel lain tidak tergambar.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pengelompokan siswa menggunakan algoritma X-Means, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut

1. Sistem yang dikembangkan (stack web dengan komponen manajemen data, modul pelatihan, visualisasi, dan penyimpanan hasil) berfungsi sebagaimana rancangan: data dapat diolah; model dapat dilatih dari antarmuka; hasil cluster ditampilkan beserta grafik dan narasi interpretatif; serta model/hasilnya dapat disimpan untuk kebutuhan evaluasi sekolah. Rincian menu yang terimplementasi adalah sebagai berikut :

- a) Beranda/Dashboard – ringkasan status aplikasi dan akses cepat ke modul utama.
- b) Data Siswa – input/ubah/hapus data siswa serta variabel yang digunakan model (nilai rata-rata, kegiatan, keaktifan); mendukung impor sederhana jika diperlukan.
- c) Data Master – pengelolaan referensi data kelas, ekstrakurikuler, dan mata pelajaran agar data konsisten.
- d) Minat & Bakat – pengelolaan instrumen/rekap skor minat–bakat (bila digunakan) sebagai pelengkap variabel kuantitatif.
- e) **Model X-Means** – halaman pelatihan model dengan tahapan terpandu:

- 1) Konfigurasi & Data (normalisasi Z-score, *seed* acak, pemilihan dataset),
 - 2) Proses Pelatihan (log perhitungan/riwayat iterasi),
 - 3) Hasil & Interpretasi (plot visualisasi, tabel anggota tiap cluster beserta narasi),
 - 4) Penjelasan Perhitungan (rumus BIC & DBI untuk transparansi),
 - 5) Simpan Model (persistensi model & hasil ke basis data).
- f) Pengelompokan – penerapan model tersimpan pada data baru/terpilih dan rekap anggota cluster.
 - g) Laporan – penyajian hasil dalam tabel/grafik dan opsi ekspor untuk kebutuhan pelaporan sekolah.
 - h) Data Pengguna – pengelolaan akun dan peran (role-based access) agar akses data terkontrol.
 - i) Logout – keluar dari sistem dengan aman.
2. Algoritma X-Means berhasil diterapkan dengan pemilihan jumlah cluster berbasis Bayesian Information Criterion (BIC). Hasil aplikasi menunjukkan jumlah cluster optimal $K = 8$. Evaluasi kualitas internal menggunakan Davies–Bouldin Index (DBI) menghasilkan $DBI = 0,8530$ (semakin kecil semakin baik), mengindikasikan cluster yang kompak dan saling terpisah. Variabel inti: nilai rata-rata akademik, intensitas kegiatan ekstrakurikuler, dan skor keaktifan.

3. Kualitas pengelompokan terverifikasi secara internal melalui DBI, dan pemilihan K menggunakan BIC. Sistem juga menampilkan interpretasi kualitatif per cluster sehingga guru BK mudah memahami ciri dan kebutuhan

intervensi tiap kelompok. Hasil pelatihan menunjukkan jumlah cluster optimal

(K) = 8 dengan Davies–Bouldin Index (DBI) = 0,0830, yang mengindikasikan pemisahan antarkelompok yang baik dan kekompakan intra-cluster yang tinggi. Delapan profil tersebut konsisten terhadap tiga variabel utama—nilai rata-rata akademik, intensitas kegiatan ekstrakurikuler, dan keaktifan—dengan contoh pola: akademik sedang–menyukai ekskul–kurang aktif, akademik rendah–menyukai ekskul–kurang aktif, akademik tinggi–menyukai ekskul–cukup/sangat aktif, akademik tinggi–ekskul sedikit–cukup/sangat aktif, akademik rendah–ekskul sedikit–sangat aktif, dan akademik rendah–ekskul sedikit–kurang aktif.

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penambahan Algoritma Alternatif – Menyediakan opsi algoritma clustering lain seperti DBSCAN atau Hierarchical Clustering agar pengguna dapat melakukan perbandingan hasil.
2. Pengayaan Visualisasi – Memperluas visualisasi hasil clustering menjadi multi-dimensi atau interactive visualization agar informasi dari variabel lain juga dapat tergambarkan.
3. Pra-pemrosesan Otomatis – Menambahkan fitur otomatis untuk penanganan missing values, normalisasi lanjutan, dan deteksi outlier.
4. Optimasi Skalabilitas – Meningkatkan efisiensi algoritma agar mampu memproses data dalam jumlah besar dengan waktu komputasi yang lebih

singkat.

5. Integrasi Analisis Lanjutan – Mengembangkan modul analisis hasil cluster untuk memberikan rekomendasi kebijakan atau strategi pembinaan siswa berdasarkan karakteristik kelompoknya.

DAFTAR PUSTAKA

Abdulazeez, A. M., & Zeebaree, S. R. M. (2020). *E-learning in higher education: Design and implementation*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/268183663_E-learning_in_Higher_Education_Design_and_Implementation

Adi Rahmat, C. (2022). *Analisis dan penerapan data mining untuk mengestimasi laju pertumbuhan penduduk Kabupaten Musi Banyuasin menggunakan metode regresi linier berganda di Badan Pusat Statistik Musi Banyuasin*.

Baha'uddin, M., & Fatah, Z. (2024). Penerapan data mining *clustering* K-Means dalam mengelompokkan data penduduk penyandang disabilitas. <https://doi.org/10.59435/gjmi.v2i11.1040>

Ekwonwune, E. N., & Oparah, I. A. (2020). Design and implementation of a virtual classroom for tertiary institutions using *Bootstrap framework*. *Open Journal of Computer Sciences*, 10(4), 122–135. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=99202>

Jaelani, A., Purnamasari, A. I., & Ali, I. (2024). Penerapan algoritma X-Mean menentukan penerima bantuan sosial. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 8(1).

Jessfry, V., & Siddik, M. (2024). Penerapan data mining menggunakan algoritma Apriori dalam membangun sistem persediaan barang. *Journal of Information Systems and Informatics Engineering*, 8(1), 187–199.

Meila Sari, A., Kamila, M., & Yarni, L. (2023). Bakat dan minat. *Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 2(4).

Putra, P. H., Hasibuan, A., & Marpaung, E. A. (2022). Analisis Pengelompokan metode *X-Means* pada minat dan bakat anak dimasa pandemi. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 19(2), 424–429.

Qadir, R., Meghji, A. F., Oad, U., & Kumari, V. (2023). Exploring learning patterns: A review of *clustering* in data-driven pedagogy. *IJIST*, 5.

Rizqi Sulistio, M., Suarna, N., & Nurdiawan, O. (2023). Analisa penerapan metode *clustering X-Means* dalam pengelompokan penjualan barang. *Jurnal Teknologi Ilmu Komputer*, 1(2), 37–42. <https://doi.org/10.56854/jtik.v1i2.49>

Rumbaugh, J., Jacobson, I., & Booch, G. (2021). *The Unified Modeling Language reference manual*. Addison-Wesley.

Setiawan, R. (2021). Memahami *Class Diagram* lebih baik - Dicoding Blog. <https://www.dicoding.com/blog/memahami-class-diagram-lebih-baik/>

Shaban, A. (2020). E-learning system design using HTML, CSS, JavaScript, PHP, and MySQL: A case study. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 11(1), 245–255. https://www.ijicc.net/images/vol11iss1/11122_Shaban_2020_E_R.pdf

Shaban, W., & Bayrak, C. (2020). Students *online* learning measurement system based on estimated time. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 11(1). www.ijicc.net

Timothy Napitupulu, E., & Nainggolan, F. A. J. (n.d.). Perbandingan algoritma K-Means dan *X-Means* untuk mengelompokkan minat kejuruan siswa baru pada SMK Multikarya Medan menggunakan metode *clustering*. *Jurnal TEKINKOM*, 6(2), 2023. <https://doi.org/10.37600/tekinkom.v6i2.933>

Zhuang, H. (2024). A PHP *framework*-based *web*-based instruction platform for effective blended learning. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/379700492_A_PHP_Framework-Based_Web-Based_Instruction_Platform

LAMPIRAN

Lampiran 1. SK-2 Penetapan Dosen Pembimbing



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. 25/SK/BAH-PT/Akred/PTJ/2019
Pusat Administrasi Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
www.umsumed.ac.id info@umsumed.ac.id [umsumed](https://www.facebook.com/umsumed) [umsumed](https://www.instagram.com/umsumed) [umsumed](https://www.youtube.com/umsumed)

**PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING
PROPOSAL/SKRIPSI MAHASISWA
NOMOR : 7/IL3-AU/UMSU-09/F/2025**

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan Persetujuan permohonan judul penelitian Proposal / Skripsi dari Ketua / Sekretaris.

Program Studi : Sistem Informasi
Pada tanggal : 03 Januari 2025

Dengan ini menetapkan Dosen Pembimbing Proposal / Skripsi Mahasiswa.

Nama : Elca Popi Amada
NPM : 2109010010
Semester : VII (Tujuh)
Program studi : Sistem Informasi
Judul Proposal / Skripsi : ANALISIS DAN IMPLEMENTASI METODE X-MEANS DALAM MENGLASIFIKASI MINAT DAN BAKAT SISWA SMAN 1 HAMPARAN PERAK

Dosen Pembimbing : Andi Zulherry, S.Kom., M.Kom

Dengan demikian di izinkan menulis Proposal / Skripsi dengan ketentuan

1. Penulisan berpedoman pada buku panduan penulisan Proposal / Skripsi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi UMSU
2. Pelaksanaan Sidang Skripsi harus berjarak 3 bulan setelah dikeluarkannya Surat Penetapan Dosen Pembimbing Skripsi.
3. **Proyek Proposal / Skripsi dinyatakan " BATAL " bila tidak selesai sebelum Masa Kadaluaarsa tanggal : 03 Januari 2026**
4. Revisi judul.....

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Ditetapkan di : Medan
Pada Tanggal : 03 Rajab 1446 H
03 Januari 2025 M

a.n.Dekan
Wakil Dekan I



Ce, File



Lampiran 2. Surat Keterangan Penelitian



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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. 81/SK/BAN-PT/Akred/PT/RE/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<http://id.umsu.ac.id>

info@umsu.ac.id

[umsu.medan](https://www.facebook.com/umsu.medan)

[umsu.medan](https://www.instagram.com/umsu.medan)

[umsu.medan](https://www.youtube.com/channel/UC...)

[umsu.medan](https://www.tiktok.com/@umsu.medan)

Nomor : 535/IL3-AU/UMSU-09/F/2025
Lampiran : -
Perihal : IZIN RISET PENDAHULUAN

Medan, 16 Sawwal 1446 H
14 April 2025 M

Kepada Yth.
Bapak/Ibu Pimpinan
SMAN 1 Hamparan Perak
Jl. Titi Payung Jl. Bulu Cina, Klambir Lima Kb.,
Kec. Hamparan Perak, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20374

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 : Elca Popi Amada
Npm : 2109010010
Jurusan : Sistem Informasi
Semester : VIII (Delapan)
Judul : Analisis Dan Implementasi Metode X -Means Dalam Mengklasifikasi Minat Dan Bakat Siswa SMAN 1 Hamparan Perak
Email : elcapopia@gmail.com
Hp/Wa : 0822-7598-7739

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

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh



Cc:File



Dekan

Dr. Al-Khowarizmi, M.Kom.
NIDN : 0127099201





PEMERINTAH PROVINSI SUMATERA UTARA
DINAS PENDIDIKAN
SMAN HAMPARAN PERAK

Jl. Titi Payung - Bulu Cina, Kec. Hamparan Perak, Kab. Deli Serdang, Cabdisdis Wil. Kode Pos 20374
Telepon 061-76406350, Pos-el hamparanperak560@gmail.com
Laman : smansatuhamparanperak.sch.id

Nomor : 400.3.5.163/SMAN-HP/VIII/2025 Hamparan Perak, 07 Agustus 2025
Lampiran :
Perihal : Balasan Izin Riset

Kepada Yth.
Bapak/Ibu Dekan
Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
Universitas Muhamadiyah Sumatera Utara
Jl. Mukhtar Basri No.3 Medan 20238

Di Tempat

Berdasarkan surat masuk Nomor : 792/IL.3-AU/UMSU-09/F/2025 tanggal 01 Agustus 2025 tentang Izin Riset Pendahuluan di SMAN Hamparan Perak, maka bersama ini kami menyatakan bahwa mahasiswa yang terlampir namanya dibawah ini :

Nama : Elca Popi Amada
NPM : 2109010010
Jurusan : Sistem Informasi
Semester : VIII (Delapan)
Judul : Klusterisasi MINAT DAN BAKAT SISWA MENGGUNAKAN METODE X-MEANS BERBASIS WEB (Studi Kasus : SMA Negeri 1 Hamparan Perak)
Email : elcapopia@gmail.com
HP/WA : 0822-7598-7739

Benar telah melaksanakan riset selama dua hari (4 – 5 Agustus 2025).
Demikian surat balasan izin riset ini kami perbuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.





UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya
Bina Masyarakat Berilmu, Berkeadilan, Berkeadilan, Berkeadilan
Menerajui Dunia Pendidikan

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
<http://id.umsumed.ac.id> it@umsumed.ac.id [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/channel/UC...) [umsumedan](https://www.tiktok.com/@umsumedan)

Berita Acara Pembimbingan Proposal

Nama Mahasiswa : ELCA POPI AMADA Program Studi : Sistem Informasi
NPM : 2109010010 Konsentrasi :
Nama Dosen Pembimbing : ANDI ZULHERBY S.KOM. N.KOM Judul Penelitian : Analisis dan Implementasi Metode X-means dalam Pengklasifikasian Data dan Bobot Siswa SMA/1 Hamparan Perak.

Tanggal Bimbingan	Hasil Evaluasi	Paraf Dosen
03/02-25	Pengajuan Sk ke Dosen Pembimbing	<i>[Signature]</i>
18/02-25	Revisi judul	<i>[Signature]</i>
23/04-25	Perbaiki BAB 1 - 3	<i>[Signature]</i>
05/05-25	Acc Seminar Proposal	<i>[Signature]</i>

Diketahui oleh :
Ketua Program Studi
Teknologi Informasi
(.....)

Medan,.....
Disetujui oleh :
Dosen Pembimbing
[Signature]
(ANDI ZULHERBY S.KOM. N.KOM)





UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Sila kunjungi: www.umsumed.ac.id
atau hubungi: 061-6622400

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
<http://www.umsumed.ac.id> Email: info@umsumed.ac.id [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.tiktok.com/umsumedan)

Berita Acara Pembimbingan Skripsi

Nama Mahasiswa : Elca Popi Amada Program Studi : Sistem Informasi
NPM : 2109010010 Konsentrasi :
Nama Dosen Pembimbing : Andi Zulherry, S.Kom., M.Kom. Judul Penelitian :

Item	Hasil Evaluasi	Tanggal	Paraf Dosen
1.	Revisi skripsi pada UseCase diagram	01/07/25	A
2.	Revisi letak perhitungan	07/07/25	A
3.	Revisi flowchart	25/07/25	A
4.	Revisi pengolahan data	31/07/25	A
5.	Revisi Tampilan halaman Login	09/08/25	A
6.	Revisi kelengkapan data	08/08/25	A
7.	Revisi hasil	11/08/25	A
8.	ACC SIDANG	13/08/25	A

Medan,

Diketahui oleh :

Ketua Program Studi
Sistem Informasi

(.....)

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing


(ANDI ZULHERRY)



ORIGINALITY REPORT

25%

SIMILARITY INDEX

22%

INTERNET SOURCES

12%

PUBLICATIONS

15%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Student Paper	2%
2	eprints.pancabudi.ac.id Internet Source	1%
3	smart.stmikplk.ac.id Internet Source	1%
4	Submitted to Universitas Pamulang Student Paper	1%
5	digilib.unimed.ac.id Internet Source	1%
6	Submitted to Universitas Muria Kudus Student Paper	1%
7	repository.umsu.ac.id Internet Source	1%
8	text-id.123dok.com Internet Source	1%
9	repository.uts.ac.id Internet Source	1%
10	digilib.unila.ac.id Internet Source	1%
11	Submitted to Universitas Bengkulu Student Paper	<1%