

**IMPLEMENTASI K-MEANS CLUSTERING PADA PENGEMBANGAN
FITUR E-LEARNING UNTUK REKOMENDASI SISWA BERPRESTASI**

SKRIPSI

Oleh:
LUBSUL JANNAH
NIM. 17650030



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**IMPLEMENTASI *K-MEANS CLUSTERING* PADA PENGEMBANGAN
FITUR E-LEARNING UNTUK REKOMENDASI SISWA BERPRESTASI**

SKRIPSI

Oleh:
LUBSUL JANNAH
NIM. 17650030

Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

IMPLEMENTASI *K-MEANS CLUSTERING* PADA PENGEMBANGAN FITUR E-LEARNING UNTUK REKOMENDASI SISWA BERPRESTASI

SKRIPSI

Oleh:
LUBSUL JANNAH
NIM. 17650030

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Tanggal : 24 Juni 2023

Pembimbing I



Supriyono, M. Kom
NIP. 19841010 201903 1 012

Pembimbing II



Dr. Ririen Kusumawati, S.Si, M.Kom
NIM. 19720309 200501 2 002

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sain dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPM
NIP. 19771020 200912 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI *K-MEANS CLUSTERING* PADA PENGEMBANGAN FITUR E-LEARNING UNTUK REKOMENDASI SISWA BERPRESTASI

SKRIPSI

Oleh:

LUBSUL JANNAH
NIM. 17650030

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal : 26 Juni 2023

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji	: <u>Dr. M. Ainul Yaqin, M.Kom</u> NIP. 19761013 200604 1 004
Anggota Penguji I	: <u>Johan Ericka Wahyu Prakasa</u> NIP. 19831213 201903 1 004
Anggota Penguji II	: <u>Supriyono, M.Kom</u> NIP. 19841010 201903 1 012
Anggota Penguji III	: <u>Dr. Ririen Kusumawati, S.Si, M.Kom</u> NIP. 19720309 200501 2 002

()
()
()
()

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang




Dr. Fachrud Kurniawan, M.MT., IPM
NIP. 19771020 200912 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Lubsul Jannah
NIM : 17650030
Jurusan : Teknik Informatika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-banar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 26 Juni 2023

Yang membuat pernyataan,



LUBSUL JANNAH

NIM. 17650030

HALAMAN MOTTO

“You must go to war, even though it’s not enjoyable. But it’s possible that you dislike something good for you, and it’s possible that you like something that is not good for you. Allah knows while you don’t know.”

(Al-Baqoroh: 216)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk
Orang Tua, Keluarga,
Seluruh dosen,
Teman-teman seperjuangan dan
Diri saya sendiri

Terima kasih

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan semesta alam Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan hidayah-Nya, sehingga peneliti diberikan kemudahan dan keberkahan dalam setiap menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat kelulusan bagi mahasiswa Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak lepas dari dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H.M. Zainuddin, MA selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
2. Dr. Sri Hariani, M.Si selalu dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
3. Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Ibrahim Malang.
4. Supriyono, M.Kom selaku dosen pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktunya dalam membimbing dan memberikan dorongan dan arahan kepada peneliti sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Dr. Ririen Kusumawati, S.Si, M.Kom selaku dosen pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktunya dalam membimbing dan memberikan dorongan dan arahan kepada peneliti sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Orang tua saya yaitu Bapak Samsul Arifin dan Ibu Putriya yang telah memberikan dukungan penuh kepada saya sampai di titik ini. Telah memberikan semangat yang tidak pernah habis diucapkan. Memberikan dukungan dari berbagai arah dan selalu memberikan yang terbaik.
7. Kepada teman-teman saya di kos Kartika, (Isrofatul Jannah, Gatu Rima Lestari, Cindiana Rani Evadewi, Sinta Erin Pratama, Vivi Novita Sari, Fitrah Alfidya Lapau, Nur Wahyuni) sudah menjadi support system.

8. Kepada teman perkopian saya (Roby Tolhairi, Mujibur Rahman, Khoirul Roziqin, Muhammad Dafa Rabbani, Alfi Nasrullah Romadan, Haikal Azaim) yang telah membantu saya dan memotivasi saya dalam mengerjakan skripsi.
9. Last, thanks a lot for me to be strong till finishing this thesis and not crazy.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi siapapun yang membaca skripsi ini dan terutama penulis sendiri.

Malang, 26 Juni 2023



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pernyataan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terkait.....	7
2.2 <i>E-Learning</i>	12
2.3 <i>Clustering</i>	15
2.4 <i>K-Means</i>	15
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Tempat Penelitian	19
3.2 Sumber Data	19
3.3 Desain Sistem.....	20
3.4 Pengumpulan Data.....	21
3.4.1 Nilai Pengetahuan (K1)	22
3.4.2 Nilai Sikap Sosial (K2).....	23
3.4.3 Nilai Keaktifan Ekstrakurikuler (K3)	25

3.4.4 Nilai Prestasi (K4)	27
3.4.5 Nilai Presensi (K5)	29
3.5 Desain Eksperimen	31
3.5.1 Desain eksperimen bobot kriteria terbaik	31
3.5.2 Desain eksperimen <i>centroid</i> terbaik	32
3.5.3 Desain eksperimen radius terbaik	33
3.5.4 Desain eksperimen jumlah <i>cluster</i> terbaik	34
BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Uji Coba	36
4.1.1 Uji coba bobot kriteria	36
4.1.2 Uji coba <i>centroid</i>	44
4.1.3 Uji coba radius	50
4.1.4 Uji coba jumlah <i>cluster</i>	54
4.2 Implementasi Sistem	57
4.2.1 Implementasi Pembobotan Data	57
4.2.2 Implementasi perhitungan <i>K-Means</i>	62
4.3 Pembahasan Pengujian	68
4.4 Integrasi Sains dan Islam	72
BAB V PENUTUP	74
5.1 Kesimpulan	74
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Algoritma K-Means.....	18
Gambar 3. 1 Desain Sistem.....	20
Gambar 3. 2 Desain eksperimen bobot kriteria.....	32
Gambar 3. 3 Desain eksperimen centroid	33
Gambar 3. 4 Desain eksperimen radius.....	34
Gambar 3. 5 Desain eksperimen jumlah cluster	35
Gambar 4. 1 Radius k-means clustering uji coba ke-1.....	53
Gambar 4. 2 Radius k-means clustering uji coba ke-2.....	54
Gambar 4. 3 Hasil visualisasi data kriteria.....	62
Gambar 4. 4 visualisasi hasil cluster	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian k-means clustering	11
Tabel 3. 1 Sumber Data.....	20
Tabel 3. 2 Nilai ilmu pengetahuan (K1).....	22
Tabel 3. 3 Konversi Kriteria Nilai Sikap Sosial.....	24
Tabel 3. 4 Nilai sikap sosial (K2).....	24
Tabel 3. 5 Konversi Kriteria Nilai Ekstrakurikuler.....	26
Tabel 3. 6 Nilai keaktifan ekstrakurikuler (K3)	26
Tabel 3. 7 Konversi Kriteria Nilai Prestasi	28
Tabel 3. 8 Nilai riwayat prestasi tertinggi (K4)	29
Tabel 3. 9 Nilai presensi (K5)	30
Tabel 4. 1 Skenario dan ketentuan uji coba	36
Tabel 4. 2 Bobot Kriteria	37
Tabel 4. 3 Hasil confusion matrix dari pengujian bobot terbaik.....	43
Tabel 4. 4 Pengujian centroid.....	44
Tabel 4. 5 Hasil cluster dan jarak setiap data.....	50
Tabel 4. 6 Pengujian 3 cluster	55
Tabel 4. 7 Pengujian 4 cluster	55
Tabel 4. 8 Pengujian 5 cluster	56
Tabel 4. 9 Pengujian 6 cluster	56
Tabel 4. 10 Pembobotan pada setiap kriteria	61
Tabel 4. 11 Hasil Cluster.....	64
Tabel 4. 12 Hasil keseluruhan data cluster.....	66
Tabel 4. 13 Tabel Ranti.....	69

ABSTRAK

Jannah, Lubsul. 2023. **Implementasi K-Means Clustering Pada Pengembangan Fitur E-Learning Untuk Rekomendasi Siswa Berprestasi**. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing: (I) Supriyono, M.Kom (II) Dr. Ririen Kusumawati, S.Si, M.Kom

Kata Kunci: *K-Means Clustering, Centroid, Cluster, Precission, Recall, Specificity, Accuracy*

Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan dan memilih siswa sebagai siswa yang berprestasi dengan mengimplementasikan metode *k-means clustering* dan memanfaatkan fitur *E-Learning*. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah 30 sampel nilai siswa MIN 2 Kota Malang, 5 kriteria dan dikelompokkan menjadi 3 *cluster*. Eksperimen yang dilakukan terdapat eksperimen bobot kriteria terbaik, *centroid* terbaik, radius terbaik dan jumlah *cluster* terbaik sehingga memperoleh kelompok(*cluster*) siswa yang sesuai kemampuan dan penilaian siswa. Hasil eksperimen menunjukkan bobot kriteria terbaik adalah bobot kriteria ke-4 dengan persentase bobot kriteria, yaitu: K1=25%, K2=20%, K3=25%, K4=15% dan K5=15%. *centroid* terbaik adalah pengujian ke-1 dengan nilai *Precossion* sebesar 97%, *Recall* sebesar 98%, *Specificity* sebesar 98% dan *Accuracy* sebesar 98% diperoleh pada pengujian ke-1. Radius terbaik diperoleh pada pengujian ke-1 dan ke-5 dengan jarak terjauh sebesar 10,42 dan jumlah *cluster* terbaik dari hasil uji coba dengan 4 pengujian jumlah *cluster*(3 *cluster*, 4 *cluster*, 5 *cluster* dan 6 *cluster*) diperoleh jumlah *cluster* terbaik adalah 6 *cluster* dengan *Precossion* sebesar 80%, *Recall* sebesar 95%, *Specificity* sebesar 92% dan *Accuracy* sebesar 92%. Kemudian untuk implementasi metode k-means dengan sistem menghasilkan pengelompokan nilai tertinggi C1=21 siswa dengan data siswa ke (2, 4, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30), C2=5 siswa dengan data siswa ke-(9, 10, 20, 22, 23) dan C3=4 siswa dengan data siswa ke-(1, 3, 5, 11).

ABSTRACT

Jannah, Lubsul. 2023. **The Implementation of K-Means Clustering on E-Learning** Feature Development for Outstanding Student Recommendation. Thesis. Informatics Engineering Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang.
Pembimbing: (I) Supriyono, M.Kom (II) Dr. Ririen Kusumawati, S.Si, M.Kom

This research aims to group and select students as outstanding students by implementing the k-means *clustering* method and utilizing E-Learning features. The data used in this study are 30 samples of MIN 2 Malang City student grades, five criteria, and grouped into 3 *clusters*. Experiments conducted are the best criteria weight, the best centroid, the best radius, and the best number of *clusters* to obtain groups (*clusters*) of students according to the ability and assessment of students. The experimental results show that the best criterion weight is the 4th criterion weight with the percentage of criterion weights: K1 = 25%, K2 = 20%, K3 = 25%, K4 = 15%, and K5 = 15%. The best centroid is the 1st test with a Percussion value of 97%, Recall of 98%, Specificity of 98%, and Accuracy of 98% obtained in the 1st test. The best radius is received in the 1st and 5th tests with the farthest distance of 10.42. The best number of *clusters* from the test results with four tests of the number of *clusters* (3 *clusters*, 4 *clusters*, 5 *clusters*, and 6 *clusters*) obtained the best number of *clusters* is 6 *clusters* with Precossion of 80%, Recall of 95%, Specificity of 92% and Accuracy of 92%. Then the implementation of the k-means method with the system resulted in grouping the highest scores (C1) in as many as 21 students, medium scores (C2) in as many as 4 students, and low scores (C3) in as many as 4 students. C1 = 21 students with student data (2, 4, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30), C2 = 5 students with student data (9, 10, 20, 22, 23) and C3 = 4 students with student data (1, 3, 5, 11).

Keywords: *K-Means Clustering, Centroid, Cluster, Precission, Recall, Specificity, Accuracy*

خلاصة

جَنَّة، لوبسول. ٢٠٢٣. تنفيذ خوارزمية *K-Means Clustering* في تطوير ميزات التعلم الإلكتروني لتوصية الطلاب المتميزين. رسالة جامعية. برنامج دراسات هندسة المعلومات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة إسلامية نيرين مولانا مالك إبراهيم مالانغ.

مشرف: (الأول) سوبريونو، ماجستير (الثاني) د. ريرين كوسوماواتي، بكالوريوس في العلوم، ماجستير..

الكلمات الرئيسية: تجميع كي- *K-Means Clustering*، مركز الكتلة، مجموعة، الدقة، الاستحضار، التخصص، الدقة

تهدف هذه الدراسة إلى تجميع واختيار الطلاب كطلاب متفوقين باستخدام تقنية تجميع كي-مينز واستخدام ميزة التعلم الإلكتروني. تم استخدام بيانات تتألف من ٣٠ عينة لأعداد طلاب المدرسة الإسلامية الثانوية رقم ٢ في مالانغ، وتم تقسيمهم إلى ٣ مجموعات بناءً على ٥ معايير. تم تنفيذ تجارب تشمل أفضل وزن للمعايير، وأفضل مركز للمجموعة، وأفضل نطاق وأفضل عدد للمجموعات للحصول على تصنيف مناسب للطلاب وفقاً لقدراتهم وتقييماتهم. أظهرت نتائج التجارب أن أفضل وزن للمعايير هو وزن المعيار الرابع بنسبة وزنية كالتالي: $K1=25\%$ ، $K2=20\%$ ، $K3=25\%$ ، $K4=10\%$ و $K5=10\%$. وكان أفضل مركز للمجموعة هو الاختبار الأول بدقة قدرها 97% ، إحضار قدرها 98% ، تحديد خصوصيته بنسبة 98% ودقته بنسبة 98% تم الحصول عليها في الاختبار الأول. تم الحصول على أفضل نطاق في الاختبارين الأول والخامس بمسافة بعيدة قدرها 10.42 ، وتم الحصول على أفضل عدد للمجموعات من الاختبارات التجريبية المختلفة لأعداد المجموعات (٣ مجموعات، ٤ مجموعات، ٥ مجموعات و ٦ مجموعات)، وتم الحصول على أفضل عدد للمجموعات وهو ٦ مجموعات بدقة قدرها 80% ، إحضار قدرها 90% ، تحديد خصوصيته بنسبة 92% ودقته بنسبة 92% . ثم بالنسبة لتنفيذ تقنية التجميع كي-مينز في النظام، تم الحصول على تصنيف القيم الأعلى (C1) لـ ٢١ طالباً، والقيم المتوسطة (C2) لـ ٥ طلاب، والقيم الأدنى (C3) لـ ٤ طلاب. $C1=21$ طالباً ببيانات الطلاب (٢، ٤، ٦، ٧، ٨، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢١، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩، ٣٠)، $C2=5$ طلاب ببيانات الطلاب (٩، ١٠، ٢٠، ٢٢، ٢٣) و $C3=4$ طلاب ببيانات الطلاب (١، ٣، ٥، ١١).

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap individu siswa memiliki potensi dalam mengembangkan kemampuan *hard skills* dan *soft skills* yang dapat membantu mereka mencapai masa depan yang sukses. Kemampuan *hard skills* biasanya terkait dengan keahlian teknis atau keterampilan yang dapat diajarkan melalui pelatihan dan pendidikan formal (Budiningsih et al., 2020). Sementara itu, *soft skills* terkait dengan kemampuan sosial, kepribadian, dan keterampilan interpersonal, seperti kemampuan berkomunikasi, kerjasama, kepemimpinan dan adaptabilitas (Ubaydillah, 2019).

Namun, tidak semua siswa dapat memanfaatkan potensi yang mereka miliki secara penuh. Beberapa mungkin kurang tertarik atau tidak merasa nyaman untuk mengembangkan kemampuan tertentu, sedangkan yang lain mungkin tidak memiliki akses ke sumber daya atau kesempatan yang diperlukan untuk mengembangkan kemampuan mereka. Penting bagi siswa untuk mengembangkan dan memanfaatkan potensi *hard skills* dan *soft skills* mereka secara optimal. Hal ini dapat membantu mereka mencapai tujuan mereka dalam karir dan kehidupan, serta memberikan manfaat bagi masyarakat dan lingkungan sekitar mereka (Siagian, 2020).

Saat ini, sekolah masih melakukan proses pemilihan siswa berprestasi yang memiliki beberapa kelemahan. Salah satunya adalah proses pengolahan data yang memakan waktu lama dan cenderung membuahkan kesalahan manusia dalam

pengambilan keputusan (Zulfahmi & Faradika, 2019). Meskipun pemilihan siswa berprestasi penting dalam memberikan penghargaan dan pujian kepada siswa yang berprestasi, namun cara yang digunakan saat ini oleh pihak sekolah belum optimal. Proses tersebut seringkali memakan waktu yang lama dan membutuhkan banyak sumber daya manusia untuk mengumpulkan dan memproses data siswa, yang dapat mengganggu operasi harian sekolah.

Tidak hanya itu, kemungkinan kesalahan manusia dalam pengambilan keputusan juga merupakan masalah yang sering terjadi dalam proses pemilihan siswa berprestasi. Hal ini dapat menyebabkan ketidakadilan dalam memberikan penghargaan kepada siswa yang seharusnya meraihnya, atau memberikan penghargaan yang tidak pantas kepada siswa yang tidak berprestasi. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, diperlukan inovasi dan peningkatan dalam proses pemilihan siswa berprestasi. Diharapkan guru dapat memilih siswa dengan adil dan tepat dalam memilih siswa berprestasi.

Salah satu solusinya adalah dengan menggunakan teknologi yang dapat membantu pengolahan data secara otomatis dan akurat, sehingga mempercepat proses pengambilan keputusan (Marius Robert Seran, 2016). Selain itu, pihak sekolah juga perlu memperhatikan aspek keadilan dalam pemilihan siswa berprestasi, sehingga siswa yang berprestasi dan pantas mendapat penghargaan dapat diakui dan diapresiasi dengan sebaik-baiknya.

Sudah banyak dikembangkan algoritma cerdas yang dapat digunakan untuk menganalisis data, termasuk salah satunya yaitu algoritma *K-Means*. Algoritma ini sering digunakan dalam pengelompokan data karena sederhana diimplementasikan,

relatif cepat, dan mudah beradaptasi dengan berbagai jenis data yang berbeda (Haviluddin et al., 2021).

Mengimplemantasikan metode *K-Means Clustering* dalam mengembangkan fitur elearning untuk rekomendasi siswa berprestasi dapat memanfaatkan beberapa fitur yang terdapat pada e-learning MIN 2 Kota Malang yang sekaligus menjadi kriteria dalam perhitungan *K-Means Clustering*. Beberapa fitur tersebut, yaitu: 1) Penilaian ilmu pengetahuan yang berupa nilai tugas harian, nilai UTS dan nilai UAS, 2) Penilaian wali kelas yang berupa nilai sikap sosial siswa, 3) Penilaian terhadap keaktifan ekstrakurikuler, 4) Riwayat Prestasi dan 5) Persentase Absensi.

Kemudian, menentukan jumlah kelompok atau jumlah *cluster* yang akan digunakan. Jumlah *cluster* untuk penelitian ini berjumlah 3 *cluster* dengan *cluster* 1 (C1) untuk siswa yang bernilai tinggi, *cluster* 2 (C2) untuk siswa yang bernilai sedang dan *cluster* 3 (C3) untuk siswa yang bernilai rendah. Dalam islam konsep pengelompokan ini juga terdapat pada firman Allah QS. Fathir ayat 32:

ثُمَّ أَوْرَثْنَا الْكِتَابَ الَّذِينَ اصْطَفَيْنَا مِنْ عِبَادِنَا فَمِنْهُمْ ظَالِمٌ لِّنَفْسِهِ وَمِنْهُمْ مُقْتَصِدٌ وَمِنْهُمْ سَابِقٌ بِالْخَيْرَاتِ إِذْنِ اللَّهِ بِذَلِكَ هُوَ أَفْضَلُ الْكَبِيرِ

Artinya: “Kemudian Kitab itu Kami wariskan kepada orang-orang yang Kami pilih di antara hamba-hamba Kami, lalu di antara mereka ada yang menzalimi diri sendiri, ada yang pertengahan dan ada (pula) yang lebih dahulu berbuat kebaikan dengan izin Allah. Yang demikian itu adalah karunia yang besar”. (QS. Fathir : 32)

Ayat ini menyampaikan pesan bahwa Allah memberikan karunia yang besar dengan mewariskan Kitab-Nya kepada hamba-hamba-Nya yang dipilih. Namun, respon individu terhadap warisan tersebut berbeda-beda. Beberapa dari mereka

menzalimi diri sendiri dengan melakukan dosa dan melanggar perintah Allah. Ada juga yang berada di tengah-tengah, menjaga keseimbangan dalam perbuatan mereka. Sementara itu, ada pula yang berlomba-lomba dalam berbuat kebaikan dengan seizin Allah.

Berdasarkan solusi yang dipaparkan diatas diharapkan dalam pengembangan sistem ini dapat memperoleh kelompok (*cluster*) siswa yang sesuai kemampuan dan penilaian siswa.

1.2 Pernyataan Masalah

Berdasarkan latar belakang, permasalahan yang hendak diselesaikan pada penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana implementasi *K-Means Clustering* dapat memperoleh kelompok siswa yang berprestasi dengan mengembangkan fitur e-learning?
- b. Bagaimana akurasi metode *K-Means Clustering* pada pemilihan siswa berprestasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada latar belakang dan rumusan masalah yang dibahas di atas, maka tujuan penelitian ini sebagai berikut:

- a. Mengetahui implementasi *K-Means Clustering* pada pengembangan fitur e-learning untuk rekomendasi siswa berprestasi.
- b. Mengetahui hasil akurasi metode *K-Means Clustering* pada pemilihan siswa berprestasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini, teridentifikasi beberapa manfaat bisnis yang dapat diperoleh, berdasarkan tabel Ranti atau *Ranti's Generic IS/IT Business Value* yang merupakan metode identifikasi manfaat bisnis yang relevan dalam konteks penelitian. Dengan menggunakan kerangka kerja tersebut, penelitian dapat secara sistematis menganalisis dan mengukur dampak bisnis yang dihasilkan dari pengembangan fitur e-learning dengan menggunakan pendekatan *K-Means Clustering*. Berikut adalah manfaat penelitian berdasarkan tabel ranti pada tabel 4.:

Manfaat metode K-Means Clustering dalam tabel ranti terdapat pada kategori meningkatkan keakuratan dari analisis, data, dan pengambilan keputusan, diantaranya:

- a. Peningkatan akurasi analisis: Dapat mengklasifikasikan siswa berprestasi dalam kelompok-kelompok yang lebih kecil dan terfokus. Informasi ini dapat digunakan untuk mengembangkan strategi pembelajaran yang lebih efektif bagi siswa lain.
- b. Penyempurnaan data: *Clustering* siswa berprestasi membantu dalam menyederhanakan dan memperbaiki kualitas data yang tersedia.
- c. Peningkatan pengambilan keputusan: *Clustering* siswa berprestasi dapat membantu pengambilan keputusan yang lebih efektif dalam konteks Pendidikan.
- d. Secara keseluruhan, *clustering* siswa berprestasi dapat meningkatkan akurasi analisis dengan mengungkapkan pola dan tren yang relevan, menyempurnakan data dengan membersihkan dan melengkapi informasi yang ada, serta

mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam menyusun program pendidikan yang sesuai.

1.5 Batasan Masalah

Data yang dikelola diambil dari sampel siswa kelas 6 MIN 2 Kota Malang dengan 5 kriteria yaitu: nilai ilmu pengetahuan, nilai sikap sosial, nilai ekstrakurikuler, riwayat prestasi, dan persentase absensi.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan. Bab ini juga menjelaskan studi pustaka yang menjadi landasan teori penelitian ini.

2.1 Penelitian Terkait

Satu permasalahan terbesar di Indonesia adalah malnutrisi. Dalam data Riskesdas 2018, sebanyak 17,7% bayi di bawah usia 60 bulan masih bermasalah pada asupan gizi sedangkan 3,9% mengalami gizi buruk. Akibatnya angka kematian semakin meningkat. Dilakukannya penelitian ini untuk mengklasifikasikan keadaan gizi bayi yang usianya di bawah 60 bulan dengan menggunakan metode pengelompokan yang dinamakan *K-Means clustering*. Kesimpulan yang diperoleh dalam pengelompokan terhadap keadaan gizi bayi melalui pembagian kelompok dalam 4 *cluster* yang terbentuk yaitu 23 bayi dengan keadaan gizi buruk, 17 bayi dengan keadaan gizi kurang, 7 bayi dengan keadaan gizi baik dan 10 bayi dengan keadaan gizi berlebih (Nagari & Inayati, 2020).

Lampung Selatan merupakan sebuah kabupaten dengan ibu kota Kalianda yang memiliki luas wilayah 2007,01 km² yang mendominasi kawasan pertanian. Berdasarkan data tanaman jagung di Dinas Pertanian Kabupaten Lampung Selatan melalui BPS (Badan Pusat Statistik), menunjukkan beberapa daerah dengan tanaman jagung yang bervariasi jumlahnya. Oleh karena itu, diperlukan pengelompokan daerah penghasil jagung potensial agar terlihat daerah mana saja

yang memperoleh jagung dalam jumlah besar atau kecil. Metode *K-Means clustering* adalah metode data mining yang bersifat *non-hierarchical clustering*, pengelompokannya dapat menggunakan satu atau lebih *cluster*. Berdasarkan hasil penelitian, wilayah dengan jumlah panen jagung terbanyak adalah Penengahan dengan nilai centroid 2 = 79448.30257. Wilayah dengan jumlah panen jagung terendah adalah Candipuro dengan nilai centroid 2 = 1.424.036868. 8 Daerah (*High*) yang panen jagungnya tinggi, daerah-daerah tersebut adalah Natar, Tanjung Bintang, Katibung, Sidomulyo, Kalianda, Palas, Penengahan, dan Ketapang. Sebaliknya, ada 9 daerah (*Low*) yang panen jagungnya rendah. Daerah-daerah tersebut adalah Jati Agung, Tanjung Sari, Merbau Mataram, Way Sulan, Candipuro, Way Panji, Rajabasa, Sragi, dan Bakauheni (Aldino et al., 2021).

Penularan penyakit yang disebabkan oleh virus corona yang tersebar dengan nama Covid-19 kini terkonfirmasi angka kematian di wilayah Asia Tenggara semakin meningkat dan cukup mengkhawatirkan. Sebab itu pembahasan mengenai pengelompokan Kasus dan Kematian COVID-19 di wilayah Asia Tenggara pada penelitian ini memilih metode *K-Means clustering* untuk mengolah data mining dengan memanfaatkan *tool RapidMiner*. Data yang digunakan adalah Statistik Negara, *Area of Recorded Laboratory Confirmed Cases COVID-19*, dan April 2020 Kematian dari WHO (*World Health Organization*). Data dibagi menjadi 3 *cluster*: tinggi (C1), sedang (C2) dan rendah (C3). Hasil yang diperoleh menggunakan metode *clustering* ini, 4 negara tergolong dalam (C1) *High Cluster* yang termasuk zona merah. 4 negara tersebut adalah Indonesia, Malaysia, Filipina,

dan Thailand yang merupakan negara pada wilayah Asia Tenggara (Hutagalung et al., 2021).

Tujuan dari penelitian Havaluddin dan teman-temannya adalah untuk memperkenalkan area penelitian TA untuk mahasiswa. Berdasarkan nilai A, B dan C pada 10 mata kuliah wajib (MKW) yang diterima selama enam semester tahun pelajaran 2015, 2016, 2017 dan 2018 untuk mahasiswa program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman. Analisis *clustering* dilakukan dengan metode *K-Means* dengan uji akurasi *cluster* menggunakan metode *Sum of Squared Errors* (SSE) diperoleh nilai yang menggunakan 3 *cluster* sebesar 0,4506% dan nilai yang menggunakan 4 *cluster* sebesar 1,1072%. Sedangkan untuk evaluasi klaster menggunakan SC, ketiga klaster rata-rata 0,5852%, artinya 3 klaster lebih baik dalam membedakan MKW, sedangkan 4 klaster rata-rata 0,4591%, artinya relatif lemah dalam menempatkan objek dalam sebuah *cluster*. Hasil menunjukkan bahwa metode *K-Means* dapat menjadi cara alternatif untuk menganalisis hubungan antara MKW dan TA dengan harapan mahasiswa, dosen dan program akademik dapat mendokumentasikan keputusan mereka atau merumuskan kebijakan regulasi mahasiswa untuk memverifikasi penelitian TA (Havaluddin et al., 2021).

Permasalahan terkait hal-hal yang menghambat pembelajaran daring selama masa pandemic COVID-19. Sejak munculnya COVID-19 di Indonesia Pemerintah punya kebijakan baru dalam upaya pertahanan. Salah satunya adalah pendidikan melalui surat edaran Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan No. 3692/MPK.A/HK/2020 tentang “Pembelajaran Secara daring dari rumah dalam rangka pencegahan penyebaran corona virus disease (Covid -19)”, SMK YASPIM

sebagai salah satu lembaga terendah harus menanggapi dan mematuhi surat edaran dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan untuk memudahkan sekolah dan pemerintah dalam mengambil langkah-langkah untuk mendukung proses belajar mengajar secara daring. Peneliti perlu menyumbangkan pemikiran untuk menentukan tingkat hambatan pembelajaran daring yang dibagi menjadi dua kelompok, rendah dan tinggi. dalam penelitian ini peneliti menganalisis tingkat hambatan belajar daring di SMK YASPIM dengan menggunakan algoritma analisis *clustering K-Means* Kategori dengan hambatan belajar rendah adalah Kelas 10 TKJ 1, 10 TKJ 2, 10 TKJ 3, 10 RPL, 10 TBSM 1, 10 TBSM 2, 11 RPL, 12 TKJ 1 dan 12 TKJ 2 dan 6 kelas termasuk dalam kategori Hambatan Belajar Tingkat Tinggi: 10 RPL, 11 TKJ 1, 11 TKJ 2 , 11 TKJ 3, 11 TBSM dan 12 RPL (Rohmah et al., 2021).

Pada tabel 2.1 menjelaskan lebih detail mengenai penelitian terkait:

Tabel 2. 1 Penelitian k-means clustering

No	Judul Paper	Metode	Variable				Jumlah Cluster					Akurasi		
		Kmeans	2	3	4	5	2	3	4	5	6	Benchmark	Sum of Squared Errors	Confusion Matrix
1	<i>Implementation of Clustering Using K-Means Method to Determine Nutritional Status, (Nagari & Inayati, 2020)</i>	✓	✓						✓			✓		
2	<i>Implementation of K-Means Algorithm for Clustering Corn Planting Feasibility Area in South Lampung Regency, (Aldino et al., 2021)</i>	✓			✓		✓							
3	<i>COVID-19 Cases and Deaths in Southeast Asia Clustering using K-Means Algorithm, (Hutagalung et al., 2021)</i>	✓	✓					✓						
4	Implementasi Metode <i>K-Means</i> untuk Pengelompokan Rekomendasi Tugas Akhir, (Haviluddin et al., 2021)	✓			✓			✓					✓	
5	Implementasi Algoritma <i>K-Means Clustering Analysis</i> untuk Menentukan Hambatan Pembelajaran Daring, (Rohmah et al., 2021)	✓		✓			✓							
Penelitian yang dilakukan:														
6	Implementasi <i>K-Means Clustering</i> pada Pengembangan Fitur E-Learning untuk Rekomendasi Siswa Berprestasi	✓				✓		✓						✓

Pada tabel 2.1 dapat disimpulkan *novelty* atau keterbaruan dari penelitian yang pernah dilakukan dan yang sedang dilakukan adalah dari variabel peneliti menggunakan 5 variabel yang artinya lebih banyak dibandingkan peneliti lainnya dan untuk menghitung akurasinya menggunakan *confusion matrix*.

2.2 *E-Learning*

Perkembangan teknologi dan dunia pendidikan saat ini mendorong inovasi dan pengembangan untuk mendapatkan ilmu pengetahuan dengan cepat tanpa batasan tempat dan waktu. Salah satu terobosan yang baik dalam dunia pendidikan adalah adanya *e-learning* atau media pembelajaran elektronik, dengan berkembangnya internet dan kemudahan informasi, *e-learning* saat ini sudah cukup lumrah sebagai sarana untuk mendapatkan ilmu pengetahuan dengan cepat dan mudah (Supriyono & Sutiah, 2021). *E-learning* memungkinkan hampir semua jenis pembelajaran dan materi pembelajaran dapat diakses melalui media internet. Dalam konteks pembelajaran di sekolah, istilah *e-learning* digunakan untuk menggambarkan upaya untuk mentransformasikan proses belajar mengajar ke dalam format digital yang terhubung dengan teknologi informasi dan internet (Adimarangga et al., 2020).

Saat ini, konsep *e-learning* telah diterima secara luas oleh masyarakat global. Terbukti dengan maraknya penggunaan *e-learning* di lembaga pendidikan dan industri untuk berbagai keperluan seperti administrasi, dokumentasi, laporan kegiatan, kegiatan mengajar dan kegiatan online. *E-learning* telah membuka peluang baru dalam dunia pendidikan dan memberikan kemudahan akses bagi para siswa dan guru untuk mendapatkan materi pembelajaran secara efektif dan efisien.

Dengan menggunakan *e-learning*, siswa dapat belajar secara mandiri dan fleksibel. Mereka dapat mengakses materi pembelajaran kapan saja dan di mana saja, tanpa harus terikat oleh waktu atau tempat tertentu. Selain itu, *e-learning* juga dapat membantu meningkatkan kualitas pembelajaran dan memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menyenangkan bagi siswa.

E-learning pertama kali muncul pada tahun 1990-an dimana awalnya digunakan dalam operasi CBT. Proses pengaplikasian *e-learning* dimulai pada abad ke-19.(Sukono, 2020). *E-learning* adalah pembelajaran yang diterapkan dari pembelajaran/pendidikan jarak jauh. Pendidikan jarak jauh telah berkembang dari model berbasis korespondensi menjadi *e-learning* dalam ruang dan waktu. Seperti halnya isi UU 12 Tahun 2012 Pasal 31 Ayat 1 tentang Pendidikan Tinggi yaitu pendidikan jarak jauh adalah proses belajar mengajar yang dilakukan secara jarak jauh melalui berbagai media. Media komunikasi yang dimaksud adalah alat yang mempermudah proses pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Dampak *e-learning* terhadap siswa antara lain: (1) dapat memperoleh fleksibilitas belajar yang lebih sesuai, (2) dapat berkomunikasi lebih intens dengan guru, (3) dapat mendokumentasikan baik konten maupun tugas saat siswa ingin mengulang pembelajaran di sekolah, dan (4) membantu siswa yang berhalangan hadir karena bahan ajar dan tugas dapat diakses dimana saja dan kapan saja.(Ahsan, 2018). Dampak terhadap guru antara lain (1) memberikan kesempatan kepada guru untuk mengelola pembelajaran jarak jauh tanpa terpaku pada pembelajaran di kelas dan memiliki fleksibilitas dalam mengajar, (2) berkomunikasi tanpa terganggu jarak dan waktu oleh sistem online (3) penghematan biaya, (4) pembelajaran yang

lebih relevan dan terintegrasi (5) dan dapat digunakan sebagai gudang berbagai Materi pembelajaran, soal dan tugas sehingga dapat disimpan dalam format database dan dimanfaatkan sewaktu-waktu (Iptian, 2019).

Menurut hasil penelitian (Saifuddin, 2018), 77% siswa menyatakan puas dengan penerapan *e-learning* dan 86,3% mendukung penerapan *e-learning*. Fungsi *e-learning* dalam pendidikan dapat dibedakan menjadi 3 macam: (1) Bersifat Aditif (*Additional*), yaitu pembelajar bebas memilih apakah akan menggunakan media pembelajaran elektronik atau tidak (2) sebagai *add-on* (Pelengkap), yaitu media *e-learning* bertujuan untuk meningkatkan pembelajaran siswa di kelas. Materi ini dapat berfungsi sebagai bahan tambahan atau remedial bagi siswa. (3) Sebagai Substitusi (Pengganti), yaitu semua media akan ditransmisikan secara elektronik.

Kondisi *e-learning* yang ada pada tempat penelitian saat ini memiliki fitur-fitur yang cukup sesuai dengan standart *e-learning* pada umumnya. Fitur-fitur yang ada pada MIN 2 Kota Malang saat ini meliputi fitur mata pelajaran, fitur materi, fitur penugasan, fitur penilaian, fitur rekap penilaian dan fitur konfigurasi. Platform yang digunakan oleh MIN 2 Kota Malang berbasis Odoo ERP yang merupakan kerangka kerja pengembangan sistem informasi multi-platform. Desainnya menawarkan banyak keserbagunaan dalam hal berintegrasi dengan aplikasi lainnya. Demikian pula, Odoo ERP memberikan tingkat keamanan yang tinggi untuk memudahkan pengguna menyimpan data secara virtual (Supriyono & Sutiah, 2021).

2.3 Clustering

Clustering merujuk pada pengelompokan seperti catatan, peninjauan dan pembentukan kelas-kelas objek yang terdapat kesamaan. *Cluster* adalah sekumpulan catatan yang mempunyai kesamaan satu sama lain dan berbeda dengan catatan dari *cluster* lain. Pengelompokan mencoba untuk membagi semua kumpulan data menjadi kelompok yang relatif serupa, dimana kemiripan catatan dalam satu kelompok memiliki nilai tertinggi. Sedangkan, kesamaan dengan rekaman di grup lain sangat minim (Nabila et al., 2021).

Ada beberapa metode yang terlibat dalam implementasi metode *clustering*. Dalam pengelompokan, dua pendekatan utama sering digunakan: pendekatan partisi dan pendekatan hierarkis. Pengelompokan berdasarkan partisi Juga dikenal sebagai metode partisi. *Clustering* adalah pengelompokan data dengan cara memilah data yang telah dianalisis ke dalam *cluster-cluster* yang tersedia. Sedangkan pendekatan hirarki adalah teknik pengelompokan data dengan membangun hirarki berbasis dendrogram. Dendrogram adalah diagram atau grafik mirip grafik yang meringkas proses pengelompokan hierarkis yang menunjukkan perubahan evolusioner. Dalam teknik ini, data dengan kesamaan tinggi ditempatkan dalam hierarki yang berdekatan. Sedangkan, data dengan kesamaan rendah ditempatkan jauh (Karlina & Sanoyo, 2021).

2.4 K-Means

Metode data mining *K-Means* merupakan salah satu teknik dalam pengelompokan (*clustering*) data. Dalam pengelompokan data, data

dikelompokkan menjadi satu atau lebih *cluster* berdasarkan karakteristik yang dimilikinya. Data yang memiliki karakteristik serupa dikelompokkan ke dalam satu *cluster* yang sama, sedangkan data yang memiliki karakteristik yang berbeda dikelompokkan ke dalam *cluster* yang berbeda pula (Dinata et al., 2020).

Metode data mining *K-Means* merupakan salah satu teknik dalam pengelompokan (*clustering*) data. Dalam pengelompokan data, data dikelompokkan menjadi satu atau lebih *cluster* berdasarkan karakteristik yang dimilikinya. Data yang memiliki karakteristik serupa dikelompokkan ke dalam satu *cluster* yang sama, sedangkan data yang memiliki karakteristik yang berbeda dikelompokkan ke dalam *cluster* yang berbeda pula (Xia et al., 2020). *K-Means* dapat dianggap sebagai algoritma pengelompokan yang langsung dan efisien untuk menemukan *cluster* dalam data. Dengan menggunakan metode *K-Means*, data dapat dikelompokkan menjadi beberapa *cluster* secara cepat dan efektif berdasarkan karakteristik yang dimilikinya.

Pengelompokan menggunakan metode *K-Means* melibatkan beberapa langkah. Pertama, jumlah *cluster* yang akan digunakan ditentukan, biasanya dimulai dengan variabel k . Kemudian ditentukan pusat *cluster* atau centroidnya. Pada iterasi pertama, *centroid* dipilih secara acak dari data yang diberikan atau data yang akan diolah. Untuk iterasi berikutnya, rata-rata anggota data di setiap *cluster* dihitung. Metode *Euclidean Distance* digunakan untuk menghitung jarak antara setiap data input dengan setiap *centroid*. Hal ini dilakukan untuk mencari jarak terdekat antara masing-masing data dengan *centroid*-nya. Berikut rumus *Euclidean Distance*:

$$D(i,j) = \sqrt{\sum_{k=1}^{n_k} (X_{ki} - C_{kj})^2} \quad (1)$$

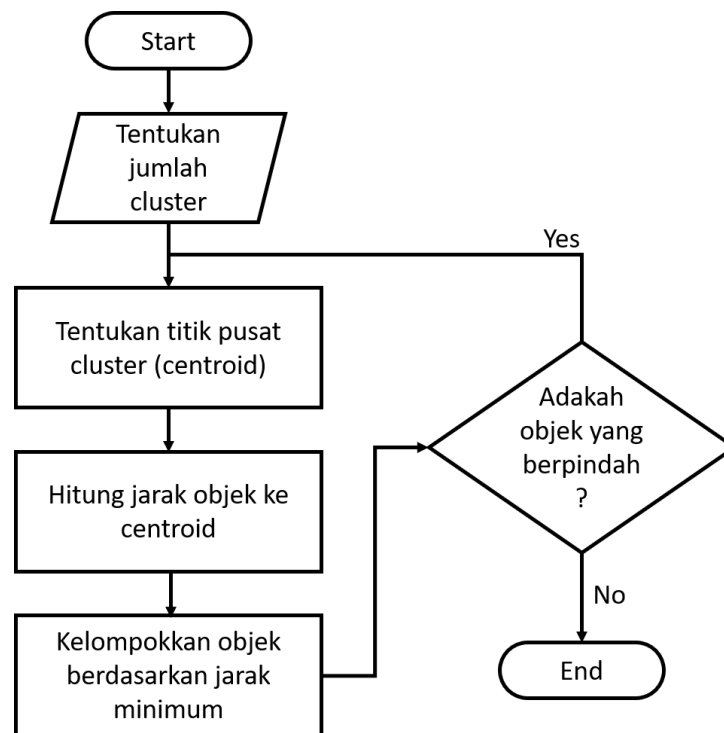
Pada rumus tersebut, $D(i,j)$ adalah jarak data ke-I ke centroid ke-j. X_{ki} adalah data ke-I dalam *cluster* pada atribut data ke-k, sedangkan C_{kj} adalah centroid ke-j pada atribut data ke-k. n_k adalah banyaknya data pada atribut data ke-k. Dengan rumus ini, jarak terdekat pada setiap data ke centroid dapat ditemukan, sehingga dapat menentukan *cluster* yang tepat untuk data tersebut.

Selanjutnya, data dikelompokkan berdasarkan jarak terdekat dengan pusat *cluster*. Jarak terdekat antara data dengan *cluster* menentukan data mana yang menjadi anggota *cluster* mana. Nilai *centroid* diperbarui dengan menghitung rata-rata semua data di setiap *cluster* dengan keanggotaan baru. Rumus yang digunakan untuk perhitungan ini:

$$C_{ki} = \frac{1}{n_i} \sum_{q=1}^{n_{ki}} X_{kq} \quad (2)$$

C_{ki} adalah titik pusat dari suatu *cluster* pada atribut ke-k dan *cluster* ke-i. X_{kq} mengacu pada data ke-q pada *cluster* ke-i pada atribut ke-k, sedangkan n_{ki} merupakan banyaknya data pada *cluster* ke-i pada atribut ke-k.

Iterasi dilakukan mulai dari memperbarui centroid dan menentukan pengelompokan berdasarkan jarak terdekat menggunakan rumus *Euclidean Distance* sampai anggota data pada setiap *cluster* tetap tidak berubah atau *cluster* sudah terbentuk. Jika tidak ada perubahan data, iterasi berhenti dan *cluster* terbentuk. Untuk pemahaman yang lebih jelas tentang proses, lihat Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Algoritma K-Means
Sumber: (Afifi et al., 2020)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di sekolah MIN 2 Kota Malang, Madrasah Ibtidaiyah ini berada di bawah naungan Kementerian Agama. Lokasi madrasah ada di Jl. Kemantren II no.26 Kecamatan Sukun Kota Malang.

3.2 Sumber Data

Sumber data secara umum dibagi menjadi 2, yaitu: data primer dan data sekunder. Berikut penjelasannya:

- a. Sumber data primer merujuk terhadap pengembangan fitur *e-learning* yang akan diterapkan pada Sekolah MIN 2 Kota Malang. Data primer adalah data penting dan utama yang dibutuhkan oleh sistem, jika tidak ada data tersebut maka akan mempengaruhi kelancaran dalam pembangunan sistem.
- b. Sedangkan data sekunder yang dimaksud adalah data penunjang yang berhubungan dengan *e-learning* MIN 2 Kota Malang. data sekunder adalah data penunjang untuk data primer, jika data tersebut tidak ada tidak akan berpengaruh pada kelanjutan pembangunan sistem.

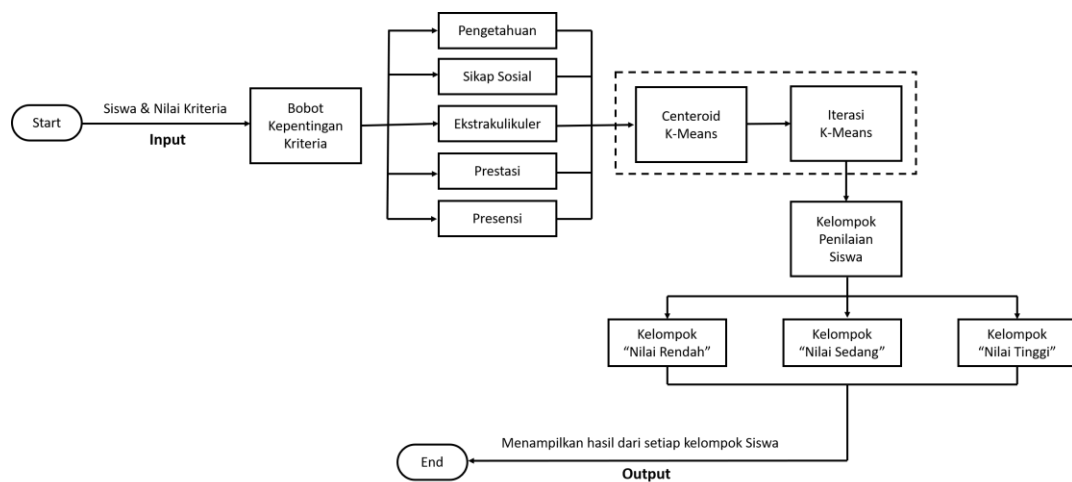
Adapun data tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1:

Tabel 3. 1 Sumber Data

no	Data	Tipe Data	
	Data <i>E-learning</i>	Primer	Sekunder
1.	User	✓	
2.	Data Guru	✓	
3.	Data Siswa	✓	
4.	Data Kelas	✓	
5.	Nilai	✓	
6.	Absensi	✓	
7.	Materi/Modul	✓	
8.	Penugasan pilihan ganda (Tugas, Ujian dan Quis)	✓	
9.	Penugasan esay (Tugas, Ujian dan Quis)	✓	
10.	Penugasan lisan (Tugas, Ujian dan Quis)	✓	
11.	Jawaban	✓	
12.	Siswa sudah mengerjakan	✓	
13.	Notifikasi materi dan penugasan dari guru	✓	
Data Pendukung		Primer	Sekunder
1.	Kalender Informasi		✓

Sumber: MIN 2 Kota Malang

3.3 Desain Sistem



Gambar 3. 1 Desain Sistem

Pada Gambar 3.1 dapat dilihat untuk alur dari sistem yang akan dikerjakan dapat dilakukan dari mengisi nama siswa kemudian penginputan nilai dalam setiap kriteria sebelum menuju pada tahap pengelompokan. Pengisian nilai kriteria (Sovia et al., 2020) (Prayoga et al., 2021) dari gambar diatas yaitu dengan menentukan bobot setiap kriteria terlebih dahulu. Dari pembobotan kriteria tersebut akan ditemukan rata-rata nilai dari akademik(pengetahuan), rata-rata nilai dari sikap sosial, nilai keaktifan dari ekstrakurikuler, nilai dari prestasi yang pernah diikuti dan nilai persentase presensi siswa. Setelah nilai dari setiap kriteria ditemukah Langkah selanjutnya adalah memasuki perhitungan k-means, yang pertama adalah menentukan jumlah *cluster*. Kedua, menentukan centroid/pusat *cluster* yang dilakukan secara acak. Ketiga, menemukan jarak terdekat dengan menggunakan rumus *Euclidean Distance* sehingga *cluster* ditemukan. Keempat, melakukan iterasi/perulangan dari tahap kedua dan ketiga untuk mengetahui masih ada data yang berubah atau tidak. Apabila data tidak ada yang berubah maka iterasi/perulangan dihentikan dan hasil *cluster* akhir ditemukan *cluster* mana yang termasuk dari kelompok “Nilai Rendah”, “Nilai Sedang”, dan “Nilai Tinggi” kemuadian hasil akan ditampilkan pada sistem.

3.4 Pengumpulan Data

Diketahui bahwa data untuk penelitian diperoleh dari data rapor/rekap nilai siswa MIN 2 Kota Malang yang merupakan hasil dari alternatif dan kriteria. Data alternatif diambil dari partisipan data siswa dan data kriteria diambil pada data berikut:

3.4.1 Nilai Pengetahuan (K1)

Nilai pengetahuan adalah angka atau nilai yang diberikan kepada seseorang setelah menyelesaikan suatu program pendidikan atau kursus akademis tertentu. Nilai ini biasanya didasarkan pada seberapa baik seseorang mampu memahami, menerapkan, dan menguji pemahaman mereka tentang materi akademis yang dipelajari dalam kurikulum.

Nilai pengetahuan akademis dapat diukur melalui berbagai metode evaluasi, seperti tes tertulis, tugas, presentasi, proyek, dan diskusi kelas. Penilaian ini biasanya dilakukan oleh guru yang mengajar mata pelajaran tersebut. Kriteria 1 ini mengambil rata-rata dari tugas harian, ujian tengah semester dan ujian akhir semester. Pembobotan untuk kriteria 1 diambil sebesar 25% dari nilai rata-rata, berikut rumusnya:

$$\text{Rata-rata Nilai Pengetahuan} \times \text{Persentase Bobot Kriteria 1} \quad (3)$$

Data untuk kriteria 1 yang merupakan nilai ilmu pengetahuan siswa disajikan dalam tabel 3.2:

Tabel 3. 2 Nilai ilmu pengetahuan (K1)

NAMA SISWA	latar belakang nilai kriteria 1 (K1)					
	UAS	Tugas 4	Tugas 3	UTS	Tugas 2	Tugas 1
AFIFAH RAHMAH WIJAYANTI	100,00	80,00	100,00	80,00	100,00	100,00
AIRIN SITI NUR CHOLIFAH	40,00	20,00	60,00	80,00	100,00	100,00
AL SYAFI ATAULLAH	100,00	100,00	100,00	80,00	100,00	100,00
ALVIN HILMI SYAHPUTRA	100,00	80,00	100,00	20,00	60,00	100,00
AMIRA EFIT SHOLEHA	100,00	100,00	80,00	100,00	80,00	100,00
ANINDYA RIZKY ALYA KIRANA	80,00	100,00	20,00	80,00	100,00	60,00
AQUEENA CHENORA HAPSARI	60,00	60,00	80,00	100,00	100,00	60,00

Lanjutan

NAMA SISWA	latar belakang nilai kriteria 1 (K1)					
	UAS	Tugas 4	Tugas 3	UTS	Tugas 2	Tugas 1
ARJUNA DEVARA ZAIDAN	80,00	40,00	100,00	80,00	60,00	80,00
ATHAYA LITUHAYU ALLANY	80,00	80,00	100,00	60,00	20,00	40,00
FADHIL AL FARISI EFENDI	100,00	60,00	100,00	100,00	100,00	80,00
FAIZZATUS SHOLIAH YUNIOR	80,00	100,00	80,00	100,00	100,00	100,00
FIDELA SHAESTA HANSE PUTRI	80,00	80,00	40,00	40,00	60,00	80,00
HAFIZH ZHAFRAN MIZAN ARIFIN	80,00	80,00	80,00	40,00	60,00	40,00
IZHAGI ALSHAFRA RAMADHAN	100,00	80,00	80,00	80,00	100,00	100,00
KANAKA ABHISEKA ALFAHRIZITRIAR	40,00	60,00	20,00	20,00	40,00	100,00
KIANO DAFFI WIDIANTO	100,00	60,00	80,00	80,00	80,00	100,00
MOCHAMAD ZAHREHANT ANSARILAH	100,00	80,00	80,00	20,00	100,00	100,00
MUHAMAD DAFA RAMADANI	100,00	80,00	80,00	100,00	80,00	80,00
MUHAMMAD ALFATH RASIKH	100,00	80,00	80,00	100,00	100,00	80,00
MUHAMMAD AQIL HAIDAR RAMADHAN	40,00	60,00	40,00	80,00	20,00	60,00
MUHAMMAD BAIHAQI AZLAN PRADHANA	80,00	60,00	80,00	80,00	80,00	60,00
NANDITA FAIZATUN NISA	80,00	80,00	80,00	100,00	100,00	80,00
PUTRI JASMINE AZQILLAH	100,00	100,00	100,00	80,00	100,00	100,00
RAFA TSANIYA NUR CHASANAH	80,00	80,00	100,00	100,00	80,00	80,00
RAFFI AHMAD ABHINAYA	60,00	80,00	60,00	60,00	100,00	60,00
RAHAYU NINGSIH	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
RANIAH NASYWA APRILLYSUMA PRADHANA	80,00	80,00	100,00	80,00	60,00	60,00
RIAN ABDILLAH NURDZAKY	80,00	100,00	100,00	80,00	80,00	60,00
RIZKY REMA AINUR ROZIQUIN	60,00	80,00	80,00	80,00	40,00	100,00
SYAKILA PUTRI YULIASARI	80,00	80,00	80,00	100,00	100,00	80,00

Sumber: E-learning MIN 2 Kota Malang (Nilai penugasan dari nilai Tugas, UTS, dan UAS matematika kelas IV)

3.4.2 Nilai Sikap Sosial (K2)

Nilai sikap sosial adalah ukuran tentang sejauh mana seseorang dapat menunjukkan perilaku yang tepat dalam berinteraksi dengan orang lain di masyarakat. Nilai ini mencakup hal-hal seperti kepedulian, kerjasama, toleransi,

empati, dan tanggung jawab sosial. Kriteria 2 ini mengambil nilai rata-rata dari kedisiplinan, kejujuran, tanggung jawab dan kesopadan pada siswa. Bobot untuk kriteria 2 ini diambil 15% dari nilai rata-rata, berikut rumusnya dan bobot penilaian untuk nilai sikap sosial dapat dilihat pada tabel 3.4:

$$\text{Rata-rata Nilai Sikap Sosial} \times \text{Persentase Bobot Kriteria 2} \quad (4)$$

Tabel 3. 3 Konversi Kriteria Nilai Sikap Sosial

Jenis Predikat	Nilai
A	100
B	75,00
C	50,00
D	25,00

Sumber: Bustomi (2021)

Data untuk kriteria 2 tentang nilai sikap sosial yang dinilai oleh wali kelas dapat dilihat pada tabel 3.4:

Tabel 3. 4 Nilai sikap sosial (K2)

NAMA SISWA	latar belakang nilai kriteria 2 (K2) Penilaian dari wali kelas			
	Jujur	Disiplin	Bertanggung jawab	Sopan
AFIFAH RAHMAH WIJAYANTI	A	A	B	A
AIRIN SITI NUR CHOLIFAH	A	A	B	A
AL SYAFI ATAULLAH	A	A	B	A
ALVIN HILMI SYAHPUTRA	A	A	A	A
AMIRA EFIT SHOLEHA	A	B	B	A
ANINDYA RIZKY ALYA KIRANA	A	A	A	A
AQUEENA CHENORA HAPSARI	A	A	A	A
ARJUNA DEVARA ZAIDAN	A	A	A	A
ATHAYA LITUHAYU ALLANY	A	A	A	A
FADHIL AL FARISI EFENDI	A	A	A	A
FAIZZATUS SHOLIHAH YUNIOR	A	A	A	A
FIDELA SHAESTA HANSE PUTRI	A	B	A	A
HAFIZH ZHAFRAN MIZAN ARIFIN	A	B	A	A
IZHAGI ALSHAFRA RAMADHAN	A	B	A	B
KANAKA ABHISEKA ALFAHRIZITRIAR	A	B	A	B

Lanjutan

NAMA SISWA	latar belakang nilai kriteria 2 (K2) Penilaian dari wali kelas			
	Jujur	Disiplin	Bertanggung jawab	Sopan
KIANO DAFFI WIDIANTO	A	A	A	A
MOCHAMAD ZAHREHANT ANSARILAH	A	B	A	B
MUHAMAD DAFA RAMADANI	A	A	A	A
MUHAMMAD ALFATH RASIKH	A	B	A	B
MUHAMMAD AQIL HAIDAR RAMADHAN	A	B	A	B
MUHAMMAD BAIHAQI AZLAN PRADHANA	A	B	A	B
NANDITA FAIZATUN NISA	A	A	A	B
PUTRI JASMINE AZQILLAH	A	A	A	B
RAFA TSANIYA NUR CHASANAH	A	C	A	B
RAFFI AHMAD ABHINAYA	A	B	A	B
RAHAYU NINGSIH	A	A	A	B
RANIAH NASYWA APRILLYSUMA PRADHANA	A	A	A	B
RIAN ABDILLAH NURDZAKY	A	A	A	A
RIZKY REMA AINUR ROZIQIN	A	A	A	A
SYAKILA PUTRI YULIASARI	A	A	A	A

Sumber: Bustomi (2021)

3.4.3 Nilai Keaktifan Ekstrakurikuler (K3)

Nilai keaktifan ekstrakurikuler mengacu pada sejauh mana seseorang terlibat dalam kegiatan ekstrakurikuler di luar kurikulum akademis. Kegiatan ekstrakurikuler dapat mencakup klub atau organisasi siswa, tim olahraga, kegiatan seni dan budaya, atau program sukarelawan di luar sekolah.

Penilaian nilai keaktifan ekstrakurikuler dapat dilakukan melalui pengamatan langsung oleh guru atau pelatih yang terlibat dalam kegiatan tersebut. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi nilai keaktifan ekstrakurikuler seseorang termasuk seberapa sering dan seberapa banyak seseorang terlibat dalam kegiatan tersebut, keberhasilan yang dicapai dalam kegiatan tersebut, dan kemampuan untuk bekerja sama dengan orang lain dalam kelompok.

Nilai keaktifan ekstrakurikuler penting karena dapat membantu seseorang dalam mengembangkan keterampilan sosial, kepemimpinan, dan keterampilan khusus yang dapat membantu dalam karir masa depan mereka. Selain itu, terlibat dalam kegiatan ekstrakurikuler dapat membantu seseorang dalam membangun jaringan sosial dan menemukan minat atau bakat yang belum ditemukan sebelumnya. Bobot kriteria 3 ini diambil 15% dari nilai keaktifan yang diperoleh, berikut rumus dan bobot penilaiannya dapat dilihat pada tabel 3.5:

$$\text{Nilai Keaktifan Ekstrakurikuler} \times \text{Persentase Bobot Kriteria 3} \quad (5)$$

Tabel 3. 5 Konversi Kriteria Nilai Ekstrakurikuler

Jenis Keaktifan	Nilai
Aktif	100
Cukup Aktif	67
Kurang Aktif	33

Sumber: (Bustomi, 2021)

Data yang digunakan pada kriteria 3 adalah nilai keaktifan ekstrakurikuler yang dinilai oleh guru ekstrakurikuler. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 3.6:

Tabel 3. 6 Nilai keaktifan ekstrakurikuler (K3)

NAMA SISWA	latar belakang nilai kriteria 3 (k3) Penilaian dari guru Keaktifan
AFIFAH RAHMAH WIJAYANTI	Aktif
AIRIN SITI NUR CHOLIFAH	Aktif
AL SYAFI ATAULLAH	Aktif
ALVIN HILMI SYAHPUTRA	Cukup Aktif
AMIRA EFIT SHOLEHA	Aktif
ANINDYA RIZKY ALYA KIRANA	Cukup Aktif
AQUEENA CHENORA HAPSARI	Aktif
ARJUNA DEVARA ZAIDAN	Aktif
ATHAYA LITUHAYU ALLANY	Aktif
FADHIL AL FARISI EFENDI	Aktif
FAIZZATUS SHOLIAH YUNIOR	Aktif

Lanjutan

NAMA SISWA	latar belakang nilai kriteria 3 (k3) Penilaian dari guru Keaktifan
FIDELA SHAESTA HANSE PUTRI	Aktif
HAFIZH ZHAFRAN MIZAN ARIFIN	Aktif
IZHAGI ALSHAFA RAMADHAN	Aktif
KANAKA ABHISEKA ALFAHRIZITRIAR	Aktif
KIANO DAFFI WIDIANTO	Aktif
MOCHAMAD ZAHREHANT ANSARILAH	Aktif
MUHAMAD DAFA RAMADANI	Aktif
MUHAMMAD ALFATH RASIKH	Aktif
MUHAMMAD AQIL HAIDAR RAMADHAN	Aktif
MUHAMMAD BAIHAQI AZLAN PRADHANA	Aktif
NANDITA FAIZATUN NISA	Cukup Aktif
PUTRI JASMINE AZQILLAH	Cukup Aktif
RAFA TSANIYA NUR CHASANAH	Aktif
RAFFI AHMAD ABHINAYA	Aktif
RAHAYU NINGSIH	Aktif
RANIAH NASYWA APRILLYSUMA PRADHANA	Cukup Aktif
RIAN ABDILLAH NURDZAKY	Cukup Aktif
RIZKY REMA AINUR ROZIQIN	Aktif
SYAKILA PUTRI YULIASARI	Aktif

Sumber: E-learning MIN 2 Kota Malang (penilaian guru ekstrakurikuler)

3.4.4 Nilai Prestasi (K4)

Nilai prestasi adalah ukuran yang digunakan untuk menilai keberhasilan seseorang dalam mencapai tujuan atau pencapaian tertentu. Dalam konteks pendidikan, nilai prestasi sering kali dilihat dari sudut pandang akademis, seperti nilai yang diperoleh oleh siswa dalam tugas, ujian, tes tertulis dan olimpiade. Namun, nilai prestasi juga dapat mencakup prestasi di bidang lain, seperti prestasi dalam olahraga atau bidang seni. Pentingnya nilai prestasi adalah sebagai ukuran dalam menilai keberhasilan seseorang dalam mencapai tujuan atau pencapaian tertentu. Nilai prestasi dapat memberikan motivasi dan pengakuan atas upaya dan

hasil kerja seseorang, serta dapat membantu dalam menentukan kemajuan atau keberhasilan seseorang dalam jangka waktu yang lebih lama.

Untuk mengklasifikasikan prestasi siswa, terdapat beberapa tingkatan prestasi, yaitu prestasi tingkat sekolah, kecamatan, kabupaten/kota, provinsi, nasional, dan internasional. Tiap tingkatan prestasi ini memiliki standar yang berbeda-beda dan ditetapkan sebagai acuan dalam menilai prestasi siswa. Agar dapat diolah oleh sistem, pencapaian prestasi ini diubah menjadi angka desimal sesuai dengan tingkatan prestasi yang dicapai. Dengan demikian, perhitungan prestasi siswa dapat dilakukan dengan mudah dan akurat sesuai dengan standar tingkatan prestasi yang telah ditetapkan. Bobot kriteria 4 ini diambil 25% dari nilai Riwayat prestasi yang diperoleh, berikut rumus dan bobot penilaiannya:

$$\text{Nilai Prestasi} \times \text{Persentase Bobot Kriteria 4} \quad (6)$$

Tabel 3. 7 Konversi Kriteria Nilai Prestasi

Jenis Prestasi	Nilai
Internasional	100
Nasional	83
Kabupaten/Kota	67
Kecamatan	50
Sekolah	33
Tidak Ada	17

Sumber: Bustomi (2021)

Data yang digunakan pada kriteria 4 adalah nilai riwayat tertinggi prestasi siswa yang berupa prestasi dalam tingkat internasional, nasional, kabupaten/kota, kecamatan, sekolah dan yang tidak pernah mengikuti lomba. Datanya dapat dilihat pada tabel 3.8:

Tabel 3. 8 Nilai riwayat prestasi tertinggi (K4)

NAMA SISWA	latar belakang nilai kriteria 4 (K4) Riwayat prestasi
AFIFAH RAHMAH WIJAYANTI	Kecamatan
AIRIN SITI NUR CHOLIFAH	Tidak ada
AL SYAFI ATAULLAH	Tidak ada
ALVIN HILMI SYAHPUTRA	Tidak ada
AMIRA EFIT SHOLEHA	Tidak ada
ANINDYA RIZKY ALYA KIRANA	Tidak ada
AQUEENA CHENORA HAPSARI	Tidak ada
ARJUNA DEVARA ZAIDAN	Tidak ada
ATHAYA LITUHAYU ALLANY	Internasional
FADHIL AL FARISI EFENDI	Nasional
FAIZZATUS SHOLIAH YUNIOR	Tidak ada
FIDELA SHAESTA HANSE PUTRI	Sekolah
HAFIZH ZHAFRAN MIZAN ARIFIN	Tidak ada
IZHAGI ALSHAFAR RAMADHAN	Tidak ada
KANAKA ABHISEKA ALFAHRIZITRIAR	Tidak ada
KIANO DAFFI WIDIANTO	Tidak ada
MOCHAMAD ZAHREHANT ANSARILAH	Tidak ada
MUHAMAD DAFA RAMADANI	Tidak ada
MUHAMMAD ALFATH RASIKH	Tidak ada
MUHAMMAD AQIL HAIDAR RAMADHAN	Internasional
MUHAMMAD BAIHAQI AZLAN PRADHANA	Tidak ada
NANDITA FAIZATUN NISA	Internasional
PUTRI JASMINE AZQILLAH	Internasional
RAFA TSANIYA NUR CHASANAH	Tidak ada
RAFFI AHMAD ABHINAYA	Tidak ada
RAHAYU NINGSIH	Tidak ada
RANIAH NASYWA APRILLYSUMA PRADHANA	Tidak ada
RIAN ABDILLAH NURDZAKY	Tidak ada
RIZKY REMA AINUR ROZIQIN	Tidak ada
SYAKILA PUTRI YULIASARI	Tidak ada

Sumber: E-learning MIN 2 Kota Malang (Riwayat prestasi siswa)

3.4.5 Nilai Presensi (K5)

Nilai presensi adalah ukuran seberapa sering seseorang hadir atau absen dalam suatu kegiatan seperti kegiatan di dalam kelas. Kehadiran yang baik dapat menunjukkan komitmen dan dedikasi seseorang dalam mengikuti kegiatan. Di sisi

lain, absensi yang buruk dapat menghambat kemajuan seseorang dalam kegiatan, serta dapat mengindikasikan ketidakseriusan atau kurangnya komitmen dalam mengikuti kegiatan tersebut. Bobot kriteria 5 ini diambil 20% dari hasil persentase presensi. Berikut rumusnya:

$$\left(\frac{\text{Jumlah Hadir}}{\text{Jumlah Hari Efektif}(\text{hadir}+\text{izin}+\text{alfa})} \times 100 \right) \times \text{Persentase Bobot Kriteria 5} \quad (7)$$

Data yang digunakan untuk kriteria 5 adalah nilai presensi siswa dalam mengikuti pembelajaran didalam kelas, untuk data presensi siswa dapat dilihat pada tabel 3.9:

Tabel 3. 9 Nilai presensi (K5)

NAMA SISWA	latar belakang kriteria 5 (K5) persentase absensi		
	Hadir	Izin	Alpa
AFIFAH RAHMAH WIJAYANTI	24	0	0
AIRIN SITI NUR CHOLIFAH	24	0	0
AL SYAFI ATAULLAH	24	0	0
ALVIN HILMI SYAHPUTRA	24	0	0
AMIRA EFIT SHOLEHA	23	1	0
ANINDYA RIZKY ALYA KIRANA	23	0	1
AQUEENA CHENORA HAPSARI	24	0	0
ARJUNA DEVARA ZAIDAN	24	0	0
ATHAYA LITUHAYU ALLANY	24	0	0
FADHIL AL FARISI EFENDI	24	0	0
FAIZZATUS SHOLIHAH YUNIOR	24	0	0
FIDELA SHAESTA HANSE PUTRI	24	0	0
HAFIZH ZHAFRAN MIZAN ARIFIN	24	0	0
IZHAGI ALSHAFRA RAMADHAN	24	0	0
KANAKA ABHISEKA ALFAHRIZITRIAR	24	0	0
KIANO DAFFI WIDIANTO	24	0	0
MOCHAMAD ZAHREHANT ANSARILAH	24	0	0
MUHAMAD DAFA RAMADANI	24	0	0
MUHAMMAD ALFATH RASIKH	24	0	0
MUHAMMAD AQIL HAIDAR RAMADHAN	24	0	0
MUHAMMAD BAIHAQI AZLAN PRADHANA	22	0	2
NANDITA FAIZATUN NISA	24	0	0

Lanjutan

NAMA SISWA	latar belakang kriteria 5 (K5) persentase absensi		
	Izin	Izin	Izin
PUTRI JASMINE AZQILLAH	24	0	0
RAFA TSANIYA NUR CHASANAH	23	0	1
RAFFI AHMAD ABHINAYA	23	0	1
RAHAYU NINGSIH	24	0	0
RANIAH NASYWA APRILLYSUMA PRADHANA	24	0	0
RIAN ABDILLAH NURDZAKY	24	0	0
RIZKY REMA AINUR ROZIQUIN	24	0	0
SYAKILA PUTRI YULIASARI	24	0	0

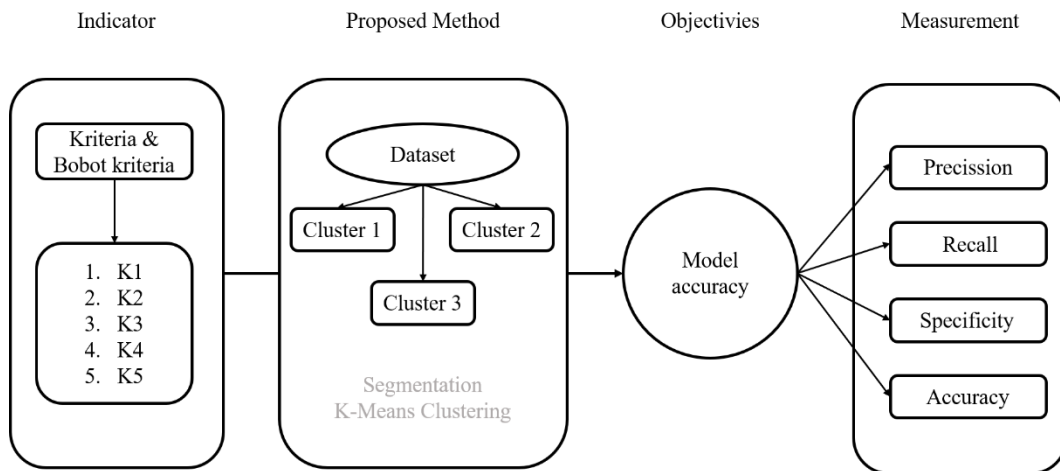
Sumber: E-learning MIN 2 Kota Malang (rekap presensi siswa)

3.5 Desain Eksperimen

Untuk memberi pandangan dalam mengimplementasikan *K-Means clustering* dapat dilihat dari desain eksperimen. Terdapat 4 desain eksperimen dalam penelitian, desain eksperimen terkait pengujian bobot kriteria, *centroid*, radius dan jumlah *cluster*.

3.5.1 Desain eksperimen bobot kriteria terbaik

Desain eksperimen dalam memilih bobot kriteria dilakukan dengan menentukan kriteria yang akan digunakan, kemudian menentukan bobot pada setiap kriteria lalu diujikan pada metode yang digunakan pada penelitian. Pengujian dengan hasil rata-rata akurasi terbaik akan menjadi pemilihan bobot yang akan digunakan dalam penelitian ini. Pada gambar 3.2 adalah gambaran desain eksperimen untuk menentukan bobot kriteria terbaik:

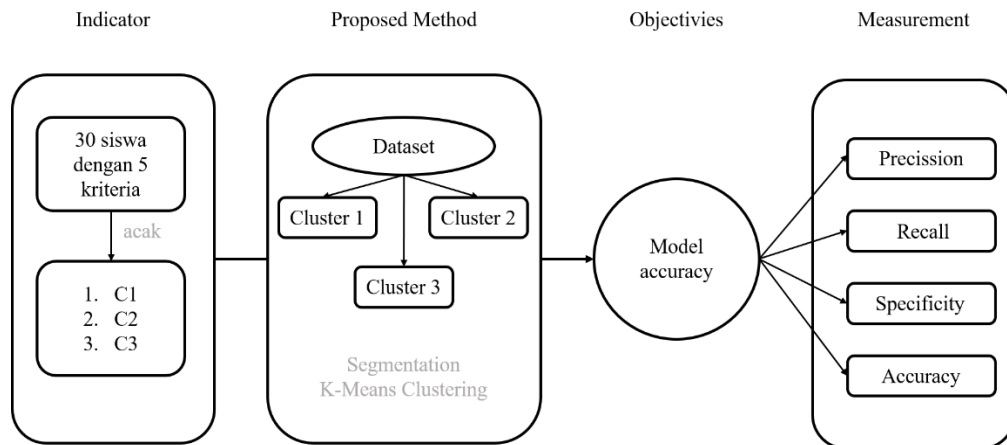


Gambar 3. 2 Desain eksperimen bobot kriteria

Gambar 3.2 menjelaskan bagaimana eksperimen akan dilaksanakan, pertama menentukan *indicator* atau *variable* yang akan digunakan. Kemudian, metode yang akan dipakai, disini menggunakan metode *K-Means Clustering* dengan membagi data menjadi 3 kelompok. Selanjutnya, mengukur akurasi dari eksperimen yang telah dilakukan dengan menghitung *precision*, *recall*, *specificity* dan *accuracy*.

3.5.2 Desain eksperimen *centroid* terbaik

Desain eksperimen dalam memilih *centroid* terbaik dimulai dengan menentukan nilai kriteria atau siswa seberapa yang akan ditentukan sebagai *cluster* 1, *cluster* 2 dan *cluster* 3 secara acak. Kemudian dilakukan perhitungan sesuai metode *k-means*, setelah itu dihitung akurasi pada setiap pengujian. Pengujian dengan nilai akurasi terbaik akan terpilih menjadi *centroid* terbaik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada desain eksperimen pada gambar 3.3:

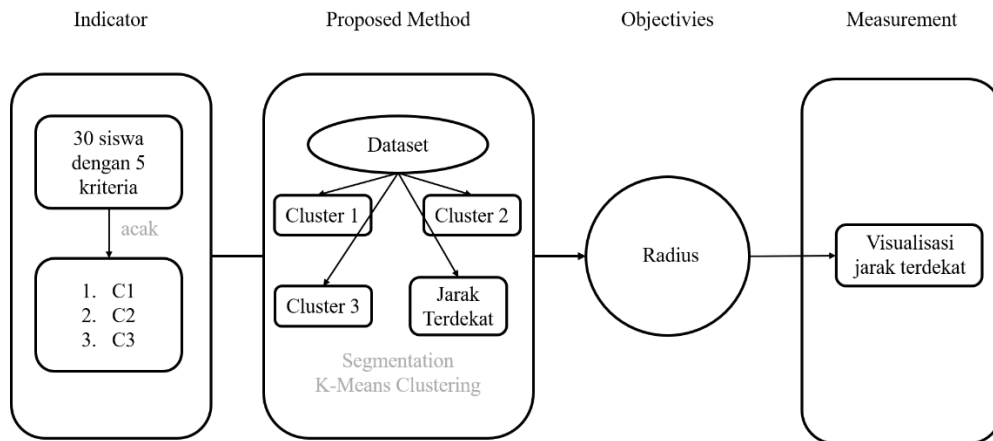


Gambar 3. 3 Desain eksperimen centroid

Pada gambar 3.3 dapat dijelaskan indicator pada uji coba yaitu dengan menentukan C1, C2 dan C3 secara acak dari 30 siswa dengan 5 kriteria. Kemudian dilakukan perhitungan dengan metode k-means dengan 3 *cluster*. Setelah hasil dari 3 *cluster* ditemukan maka akan dilakukan perhitungan akurasi, nilai akurasi terbaik akan menjadi opsi atau pilihan untuk menentukan centroid terbaik.

3.5.3 Desain eksperimen radius terbaik

Desain eksperimen untuk menentukan radius terbaik dilakukan dengan uji coba pada beberapa kali pengujian terhadap metode *k-means*. Dari hasil pengujian tersebut akan terlihat jarak terjauh dari setiap *cluster*, semakin jauh jarak yang dimiliki suatu *cluster* maka data yang akan masuk pada *cluster* tersebut akan semakin banyak. Desain eksperimen radius terbaik digambarkan pada gambar 3.4:

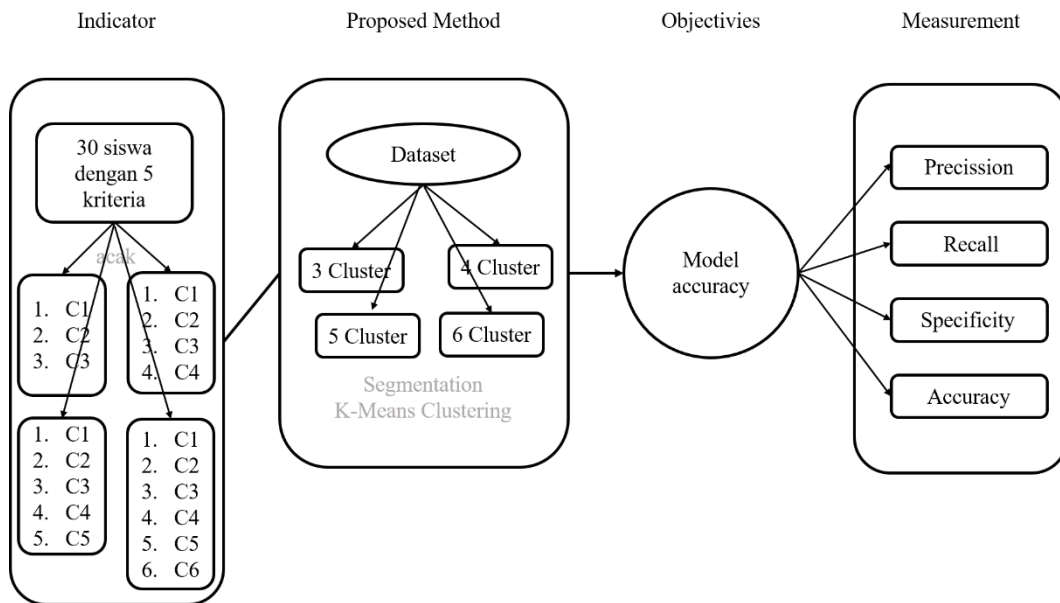


Gambar 3. 4 Desain eksperimen radius

Gambar pada 3.4 diketahui indicator pengujiannya menentukan data C1, C2 dan C3 secara acak. Kemudian dilakukan perhitungan metode k-means untuk melihat hasil C1, C2, C3 dan jarak terdekat. Hasil tersebut digunakan untuk menentukan radius terbaik dari setiap uji coba. Untuk menentukan radius terbaik dari setiap pengujian dilakukan dengan memvisualisasikan jarak terdekat pada setiap pengujian.

3.5.4 Desain eksperimen jumlah *cluster* terbaik

Desain eksperimen untuk menentukan jumlah *cluster* terbaik dengan melakukan 4 pengujian terhadap jumlah *cluster* yang berbeda. Jumlah *cluster* yang diuji cobakan berjumlah 3 *cluster*, 4 *cluster*, 5 *cluster* dan 6 *cluster*. Kemudian kedua pengujian tersebut akan dihitung keakuratannya. Akurasi dengan rata-rata terbaik akan menjadi penentu jumlah *cluster* terbaik pada penelitian ini. Berikut gambaran desain eksperimen yang terdapat pada gambar 3.5:



Gambar 3. 5 Desain eksperimen jumlah *cluster*

Gambar pada 3.5 diketahui indicator pada pengujian adalah penentuan data secara acak untuk *cluster* yang berjumlah 3, 4, 5 dan 6. Kemudian dilakukan pengujian dengan metode *k-means* pada kedua *cluster* tersebut. Setelah diketahui hasilnya maka selanjutnya adalah menghitung akurasi pada setiap *cluster*. Nilai rata-rata akurasi akan menjadi penentu *cluster* dengan jumlah berapa yang akan menjadi jumlah *cluster* terbaik.

BAB IV

UJI COBA DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Coba

Penelitian ini akan melakukan uji coba sesuai dengan persyaratan yang tertera pada Tabel 4.1 yang diberikan di bawah ini:

Tabel 4. 1 Skenario dan ketentuan uji coba

No.	Skenario		Ketentuan
1	Jumlah data		30 Data
2	Jumlah percobaan		10 Percobaan
3	Data Uji	ke-1	16, 29, 27
		ke-2	21, 10, 11
		ke-3	25, 15, 17
		ke-4	1, 27, 24
		ke-5	4, 3, 5
		ke-6	12, 28, 29
		ke-7	26, 24, 14
		ke-8	22, 23, 24
		ke-9	15, 16, 17
		ke-10	7, 17, 24

4.1.1 Uji coba bobot kriteria

Uji coba bobot kriteria dilakukan dengan mencari nilai terbaik dari perhitungan *confusion matrix*, terdapat 5 pengujian dengan 5 kali uji coba. Pada tabel 4.2 terdapat bobot kriteria yang akan di uji coba:

Tabel 4. 2 Bobot Kriteria

Pembobotan setiap kriteria					
Kriteria	Bobot ke-1	Bobot ke-2	Bobot ke-3	Bobot ke-4	Bobot ke-5
K1	25%	15%	15%	25%	20%
K2	15%	15%	25%	20%	25%
K3	15%	25%	20%	25%	15%
K4	25%	20%	25%	15%	15%
K5	20%	25%	15%	15%	25%

Pembobotan kriteria tersebut dapat diberikan berdasarkan pertimbangan pentingnya masing-masing kriteria dalam konteks penilaian atau evaluasi yang dilakukan. Berikut adalah alasan dasar dari pembobotan kriteria:

1. K1 (Nilai Ilmu Pengetahuan) - Bobot 25%:

Nilai ilmu pengetahuan memiliki bobot tertinggi karena pengetahuan dan pemahaman siswa terhadap materi pelajaran menjadi landasan utama dalam proses pendidikan. Nilai ilmu pengetahuan yang tinggi menunjukkan keberhasilan siswa dalam memahami materi pelajaran secara mendalam.

Pengujian berikutnya dengan bobot yang lebih rendah, seperti pengujian ke-2, ke-3, dan ke-5 dengan bobot 15% serta pengujian ke-4 dengan bobot 25%, mungkin didasarkan pada pertimbangan berikut:

- a. Progresifitas pembelajaran: Dengan mengurangi bobot pengujian pada tahap berikutnya, pendidik memberikan kesempatan kepada siswa untuk memperdalam pemahaman mereka seiring berjalannya waktu. Pemahaman yang lebih mendalam membutuhkan waktu dan latihan yang konsisten. Oleh karena itu, bobot pengujian yang lebih rendah memberikan ruang untuk eksplorasi lebih lanjut dan penguatan pemahaman materi.

- b. Pembelajaran jangka panjang: Dengan memberikan bobot yang lebih rendah pada pengujian berikutnya, pendidik mendorong siswa untuk tidak hanya fokus pada prestasi dalam satu pengujian tertentu, tetapi juga untuk memperhatikan perkembangan jangka panjang. Bobot pengujian yang lebih rendah mengurangi tekanan pada hasil tes tunggal dan mendorong siswa untuk terlibat dalam pembelajaran yang berkelanjutan dan terus-menerus.

2. K2 (Nilai Sikap Sosial) - Bobot 15%:

Sikap sosial adalah aspek penting dalam pembentukan karakter dan kesiapan siswa untuk berinteraksi dengan lingkungan sosial. Sikap sosial yang baik mencakup aspek seperti kerjasama, toleransi, empati, dan rasa tanggung jawab terhadap sesama. Walaupun penting, bobot sikap sosial diberikan lebih rendah daripada nilai ilmu pengetahuan karena fokus penilaian utamanya adalah pada pencapaian akademik.

Pengujian berikutnya dengan bobot yang berbeda, seperti pengujian ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 dengan bobot yang lebih tinggi, dapat didasarkan pada pertimbangan berikut:

- a. Perkembangan sikap sosial: Dengan meningkatkan bobot pada pengujian berikutnya, pendidik memberikan penekanan yang lebih besar pada perkembangan dan perubahan sikap sosial siswa seiring berjalannya waktu. Bobot yang lebih tinggi menunjukkan pentingnya sikap sosial dalam pembelajaran dan pengembangan siswa. Ini juga memperlihatkan

bahwa sikap sosial dianggap sebagai aspek penting yang harus dipelajari dan dievaluasi secara mendalam.

- b. Peningkatan kesadaran sosial: Dengan memberikan bobot yang lebih tinggi pada pengujian berikutnya, pendidik mendorong siswa untuk lebih peka terhadap sikap sosial mereka sendiri dan sikap sosial orang lain di sekitar mereka. Hal ini dapat membantu meningkatkan kesadaran sosial siswa dan membentuk sikap yang lebih positif dalam berinteraksi dengan orang lain.

3. K3 (Nilai Ekstrakurikuler) - Bobot 15%:

Ekstrakurikuler merupakan kegiatan di luar jam pelajaran yang dapat mengembangkan potensi dan minat siswa di bidang non-akademik. Dalam memberikan bobot, nilai ekstrakurikuler memiliki peran yang penting, tetapi tidak mendominasi penilaian keseluruhan siswa.

Pengujian berikutnya dengan bobot yang berbeda, seperti pengujian ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 dengan bobot yang lebih tinggi, dapat didasarkan pada pertimbangan berikut:

- a. Peningkatan keterampilan dan pencapaian: Dengan meningkatkan bobot pada pengujian berikutnya, pendidik memberikan penekanan yang lebih besar pada peningkatan keterampilan dan pencapaian siswa dalam kegiatan ekstrakurikuler. Bobot yang lebih tinggi menunjukkan pentingnya perkembangan dan peningkatan kualitas partisipasi siswa dalam kegiatan ekstrakurikuler. Hal ini juga memberikan insentif bagi

siswa untuk berpartisipasi aktif dan berusaha mencapai prestasi yang lebih tinggi dalam kegiatan tersebut.

- b. Mencerminkan perkembangan dan komitmen siswa: Dengan memberikan bobot yang lebih tinggi pada pengujian berikutnya, pendidik mendorong siswa untuk terlibat secara berkelanjutan dalam kegiatan ekstrakurikuler dan memperlihatkan perkembangan yang konsisten. Bobot yang lebih tinggi menunjukkan bahwa partisipasi dan pencapaian siswa dalam kegiatan ekstrakurikuler dianggap sebagai aspek penting yang harus dinilai secara lebih mendalam.

4. K4 (Nilai Prestasi) - Bobot 25%:

Prestasi akademik yang mencakup hasil ujian, tugas, dan proyek individu siswa memiliki bobot yang signifikan dalam penilaian. Prestasi akademik yang baik menunjukkan kemampuan siswa dalam mengaplikasikan pengetahuan dan keterampilan yang dipelajari.

Pengujian berikutnya dengan bobot yang berbeda, seperti pengujian ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 dengan bobot yang lebih rendah, dapat didasarkan pada pertimbangan berikut:

- a. Perkembangan prestasi: Dengan mengurangi bobot pengujian pada tahap berikutnya, pendidik memberikan kesempatan bagi siswa untuk meningkatkan dan memperbaiki prestasi mereka seiring berjalannya waktu. Bobot yang lebih rendah memberikan ruang untuk pertumbuhan dan perkembangan prestasi siswa sepanjang pembelajaran. Hal ini juga

memberikan kesempatan bagi siswa yang awalnya memiliki nilai rendah untuk memperbaiki dan meningkatkan prestasi mereka.

- b. Evaluasi konsisten: Dengan memberikan bobot yang lebih rendah pada pengujian berikutnya, pendidik dapat menghindari penilaian yang terlalu dipengaruhi oleh satu pengujian tunggal. Bobot yang lebih rendah memberikan penekanan pada evaluasi yang lebih konsisten dan holistik terhadap prestasi siswa sepanjang jangka waktu tertentu. Ini membantu mencegah bias atau faktor luar yang dapat mempengaruhi penilaian secara signifikan.

5. K5 (Nilai Presensi) - Bobot 20%:

Presensi atau kehadiran siswa di kelas memiliki peran penting dalam proses pembelajaran. Dengan memberikan bobot 20%, nilai presensi diperhitungkan untuk memastikan siswa hadir secara teratur dan terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

Pengujian berikutnya dengan bobot yang berbeda, seperti pengujian ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 dengan bobot yang bervariasi, dapat didasarkan pada pertimbangan berikut:

- a. Pemantauan kehadiran yang konsisten: Dengan memberikan bobot yang lebih tinggi pada pengujian ke-2 dan ke-5, pendidik menegaskan pentingnya kehadiran yang konsisten sepanjang waktu. Bobot yang lebih tinggi pada pengujian tersebut memberikan penekanan pada kehadiran siswa secara terus-menerus dan memberikan insentif untuk menjaga tingkat kehadiran yang baik sepanjang pembelajaran.

- b. Penanganan masalah kehadiran: Dengan memberikan bobot yang lebih rendah pada pengujian ke-3 dan ke-4, pendidik memberikan kesempatan bagi siswa yang menghadapi masalah kehadiran untuk memperbaiki dan memperbaiki tingkat kehadiran mereka. Bobot yang lebih rendah pada pengujian tersebut dapat memberikan kesempatan bagi siswa untuk menyesuaikan diri, mengatasi kendala, dan memperbaiki kehadiran mereka selama periode pembelajaran.

Dari tabel 4.2 akan dihitung menggunakan metode K-Means dan selanjutnya dihitung *confusion* matrix-nya sehingga menghasilkan bobot terbaik yang dapat dilihat hasil pengujiannya pada tabel 4.3:

Tabel 4. 3 Hasil confusion matrix dari pengujian bobot terbaik

Pengujian Bobot Kriteria																				
Pengujian	Bobot ke-1				Bobot ke-2				Bobot ke-3				Bobot ke-4				Bobot ke-5			
	Confusion Matrix				Confusion Matrix				Confusion Matrix				Confusion Matrix				Confusion Matrix			
	Precision	Recall	Specificity	Accuracy	Precision	Recall	Specificity	Accuracy	Precision	Recall	Specificity	Accuracy	Precision	Recall	Specificity	Accuracy	Precision	Recall	Specificity	Accuracy
uji coba ke-1	57%	67%	83%	76%	59%	66%	82%	73%	45%	52%	75%	67%	97%	98%	98%	98%	60%	68%	85%	78%
uji coba ke-2	95%	95%	96%	96%	67%	67%	80%	73%	97%	97%	98%	98%	92%	92%	94%	93%	84%	84%	89%	87%
uji coba ke-3	69%	62%	85%	82%	45%	40%	68%	53%	60%	54%	79%	73%	65%	59%	83%	80%	73%	67%	88%	87%
uji coba ke-4	84%	84%	89%	87%	94%	98%	99%	98%	90%	97%	97%	96%	94%	98%	99%	98%	87%	90%	93%	91%
uji coba ke-5	48%	69%	81%	64%	57%	61%	78%	67%	42%	31%	76%	62%	81%	80%	87%	82%	74%	72%	87%	80%
uji coba ke-6	88%	95%	96%	93%	88%	95%	96%	93%	88%	95%	96%	93%	94%	98%	99%	98%	75%	85%	92%	87%
uji coba ke-7	66%	56%	78%	71%	44%	43%	70%	49%	44%	42%	69%	47%	66%	56%	78%	71%	58%	43%	74%	67%
uji coba ke-8	92%	83%	99%	98%	92%	83%	99%	98%	92%	83%	99%	98%	92%	83%	99%	98%	92%	83%	99%	98%
uji coba ke-9	56%	65%	80%	67%	54%	64%	80%	73%	54%	64%	80%	73%	52%	62%	76%	71%	70%	70%	88%	82%
uji coba ke-10	40%	59%	74%	69%	41%	48%	72%	56%	50%	57%	73%	53%	57%	54%	81%	76%	64%	57%	79%	71%
Rata-rata	69%	74%	86%	80%	64%	67%	82%	73%	66%	67%	84%	76%	79%	78%	89%	86%	74%	72%	87%	83%

Hasil dari rata-rata pengujian bobot terbaik diperoleh oleh bobot ke-4 dengan *Precision* sebesar 79%, *Recall* sebesar 78%, *Specificity* sebesar 89% dan *Accuracy* sebesar 86%. Bobot kriteria yang digunakan pada penelitian ini adalah bobot ke-4 dengan persentase bobot yang diambil K1 = 25%, K2 = 20%, K3 = 25%, K4 = 15% dan K5 = 15%.

4.1.2 Uji coba centroid

Uji coba centroid dilakukan dengan menghitung nilai siswa secara acak sebagai *centroid* awal untuk *cluster* 1, 2 dan 3 dengan metode *K-Means*. Uji coba ini dilakukan sebanyak 10 kali uji coba, nilai terbaik ditentukan oleh perhitungan *confusion matrix*-nya. Semakin tinggi nilai akurasi maka akan berpeluang lebih sebagai *centroid* terbaik. Pada tabel 4.4 adalah hasil dari pengujian *centroid*:

Tabel 4. 4 Pengujian centroid

No	Pengujian Perhitungan Metode K-Means				
1	Data Uji	C1	Siswa 16		
		C2	Siswa 29		
		C3	Siswa 27		
	Jumlah Iterasi	2 iterasi			
	Jumlah <i>Cluster</i>	C1	14	Data ke-	1 3 5 7 10 11 14 16 17 18 19 24 26 30
		C2	10	Data ke-	2 8 9 12 13 15 20 21 25 29
		C3	6	Data ke-	4 6 22 23 27 28

Lanjutan

No	Pengujian Perhitungan Metode K-Means				
	Confusion Matrix	Precision	97%		
		Recall	98%		
		Specificity	98%		
		Akurasi	98%		
2	Data Uji	C1	Siswa 21		
		C2	Siswa 10		
		C3	Siswa 11		
	Jumlah Iterasi	2 iterasi			
	Jumlah <i>Cluster</i>	C1	13	Data ke-	2 4 6 7 8 12 13 15 21 25 27 28 29
		C2	5	Data ke-	9 10 20 22 23
		C3	12	Data ke-	1 3 5 11 14 16 17 18 19 24 26 30
	Confusion Matrix	Precision	92%		
		Recall	92%		
		Specificity	94%		
		Akurasi	93%		
3	Data Uji	C1	Siswa 25		
		C2	Siswa 15		
		C3	Siswa 17		
	Jumlah Iterasi	3 iterasi			
	Jumlah <i>Cluster</i>	C1	11	Data ke-	2 7 8 12 13 15 17 21 25 26 29
		C2	5	Data ke-	9 10 20 22 23
		C3	14	Data ke-	1 3 4 5 6 11 14 16 18 19 24 27 28 30
	Confusion Matrix	Precision	65%		

Lanjutan

No	Pengujian Perhitungan Metode K-Means				
		Recall	59%		
		Specificity	83%		
		Akurasi	80%		
4	Data Uji	C1	Siswa 1		
		C2	Siswa 27		
		C3	Siswa 24		
	Jumlah Iterasi	2 iterasi			
	Jumlah Cluster	C1	5	Data ke-	9 10 20 22 23
		C2	4	Data ke-	4 6 27 28
		C3	21	Data ke-	1 2 3 5 7 8 11 12 13 14 15 16 17 18 19 21 24 25 26 29 30
	Confusion Matrix	Precision	94%		
		Recall	98%		
		Specificity	99%		
		Akurasi	98%		
5	Data Uji	C1	Siswa 4		
		C2	Siswa 3		
		C3	Siswa 5		
	Jumlah Iterasi	4 iterasi			
	Jumlah Cluster	C1	6	Data ke-	4 6 22 23 27 28
		C2	14	Data ke-	1 3 5 7 10 11 14 16 17 18 19 24 26 30
		C3	10	Data ke-	2 8 9 12 13 15 20 21 25 29
	Confusion Matrix	Precision	81%		
		Recall	80%		

Lanjutan

No	Pengujian Perhitungan Metode K-Means				
6	Data Uji	Specificity	87%		
		Akurasi	82%		
		C1	Siswa 12		
		C2	Siswa 28		
	Jumlah Iterasi	C3	Siswa 29		
		3 iterasi			
		C1	5	Data ke-	9 10 12 15 20
		C2	6	Data ke-	4 6 22 23 27 28
		C3	19	Data ke-	1 2 3 5 7 8 11 13 14 16 17 18 19 21 24 25 26 29 30
	Confusion Matrix	Precission	94%		
		Recall	98%		
		Specificity	99%		
		Akurasi	98%		
7	Data Uji	C1	Siswa 26		
		C2	Siswa 24		
		C3	Siswa 14		
	Jumlah Iterasi	3 iterasi			
	Jumlah Cluster	C1	13	Data ke-	2 4 6 7 8 12 13 15 21 25 27 28 29
		C2	12	Data ke-	1 3 5 11 14 16 17 18 19 24 26 30
		C3	5	Data ke-	9 10 20 22 23
	Confusion Matrix	Precission	66%		
		Recall	56%		
		Specificity	78%		

Lanjutan

No	Pengujian Perhitungan Metode K-Means				
		Akurasi	71%		
8	Data Uji	C1	Siswa 22		
		C2	Siswa 23		
		C3	Siswa 24		
	Jumlah Iterasi	2 iterasi			
	Jumlah <i>Cluster</i>	C1	3	Data ke-	9 10 20
		C2	2	Data ke-	22 23
		C3	25	Data ke-	1 2 3 4 5 6 7 8 11 12 13 14 15 16 17 18 19 21 24 25 26 27 28 29 30
	Confusion Matrix	Precission	92%		
		Recall	83%		
		Specificity	99%		
		Akurasi	98%		
9	Data Uji	C1	Siswa 15		
		C2	Siswa 16		
		C3	Siswa 17		
	Jumlah Iterasi	4 iterasi			
	Jumlah <i>Cluster</i>	C1	4	Data ke-	4 6 27 28
		C2	21	Data ke-	1 2 3 5 7 8 11 12 13 14 15 16 17 18 19 21 24 25 26 29 30
		C3	5	Data ke-	9 10 20 22 23
	Confusion Matrix	Precission	52%		
		Recall	62%		
		Specificity	76%		
		Akurasi	71%		

Lanjutan

No	Pengujian Perhitungan Metode K-Means				
10	Data Uji	C1	Siswa 7		
		C2	Siswa 17		
		C3	Siswa 24		
	Jumlah Iterasi	3 iterasi			
	Jumlah <i>Cluster</i>	C1	13	Data ke-	2 4 6 7 8 12 13 15 21 25 27 28 29
		C2	5	Data ke-	9 10 20 22 23
		C3	12	Data ke-	1 3 5 11 14 16 17 18 19 24 26 30
	Confusion Matrix	Precision	57%		
		Recall	54%		
		Specificity	81%		
		Akurasi	76%		

Hasil pengujian *centroid* pada tabel 4.4 diperoleh terbaik pada pengujian ke-1 dengan nilai *Precision* sebesar 97%, *Recall* sebesar 98%, *Specificity* sebesar 98% dan *Accuracy* sebesar 98%. Data acak untuk centroid awal yang digunakan adalah data siswa ke-16, 27 dan 29.

4.1.3 Uji coba radius

Uji coba radius dilihat dari seberapa jauh jarak antara data yang satu dengan data lainnya. Semakin jauh jarak yang dimiliki oleh sebuah *cluster*, maka semakin banyak data yang masuk pada kelompok tersebut. Dalam mencari radius terbaik dilakukan 10 uji coba, dari 10 uji coba tersebut akan diperoleh data yang mana yang memiliki radius terbaik. Tabel 4.5 merupakan data-data hasil dari perhitungan K-Means untuk mencari radius terbaik:

Tabel 4. 5 Hasil cluster dan jarak setiap data

No	Uji coba ke-1		Uji coba ke-2		Uji coba ke-3		Uji coba ke-4		Uji coba ke-5		Uji coba ke-6		Uji coba ke-7		Uji coba ke-8		Uji coba ke-9		Uji coba ke-10	
	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak
Siswa 1	1	4,14	3	4,72	3	5,45	3	5,78	2	4,14	3	5,49	2	4,71	3	6,01	2	5,78	3	4,72
Siswa 2	2	2,80	1	2,74	1	0,81	3	3,20	3	2,80	3	3,83	1	2,74	3	3,39	2	3,20	1	2,74
Siswa 3	1	2,50	3	2,15	3	3,50	3	4,35	2	2,50	3	3,70	2	2,14	3	4,61	2	4,34	3	2,15
Siswa 4	3	4,42	1	6,00	3	6,49	2	0,41	1	4,42	2	4,42	1	6,00	3	7,08	1	0,41	1	6,00
Siswa 5	1	2,24	3	1,68	3	3,27	3	3,70	2	2,24	3	3,11	2	1,76	3	4,04	2	3,72	3	1,68
Siswa 6	3	4,78	1	5,85	3	6,87	2	1,18	1	4,78	2	4,78	1	5,85	3	7,21	1	1,18	1	5,85
Siswa 7	1	3,19	1	3,13	1	2,23	3	1,63	2	3,19	3	1,94	1	3,13	3	1,94	2	1,57	1	3,13
Siswa 8	2	3,80	1	2,82	1	1,66	3	2,12	3	3,80	3	2,58	1	2,82	3	2,34	2	2,07	1	2,82
Siswa 9	2	9,82	2	4,94	2	4,94	1	4,94	3	9,82	1	5,17	3	4,94	1	1,63	3	4,94	2	4,94

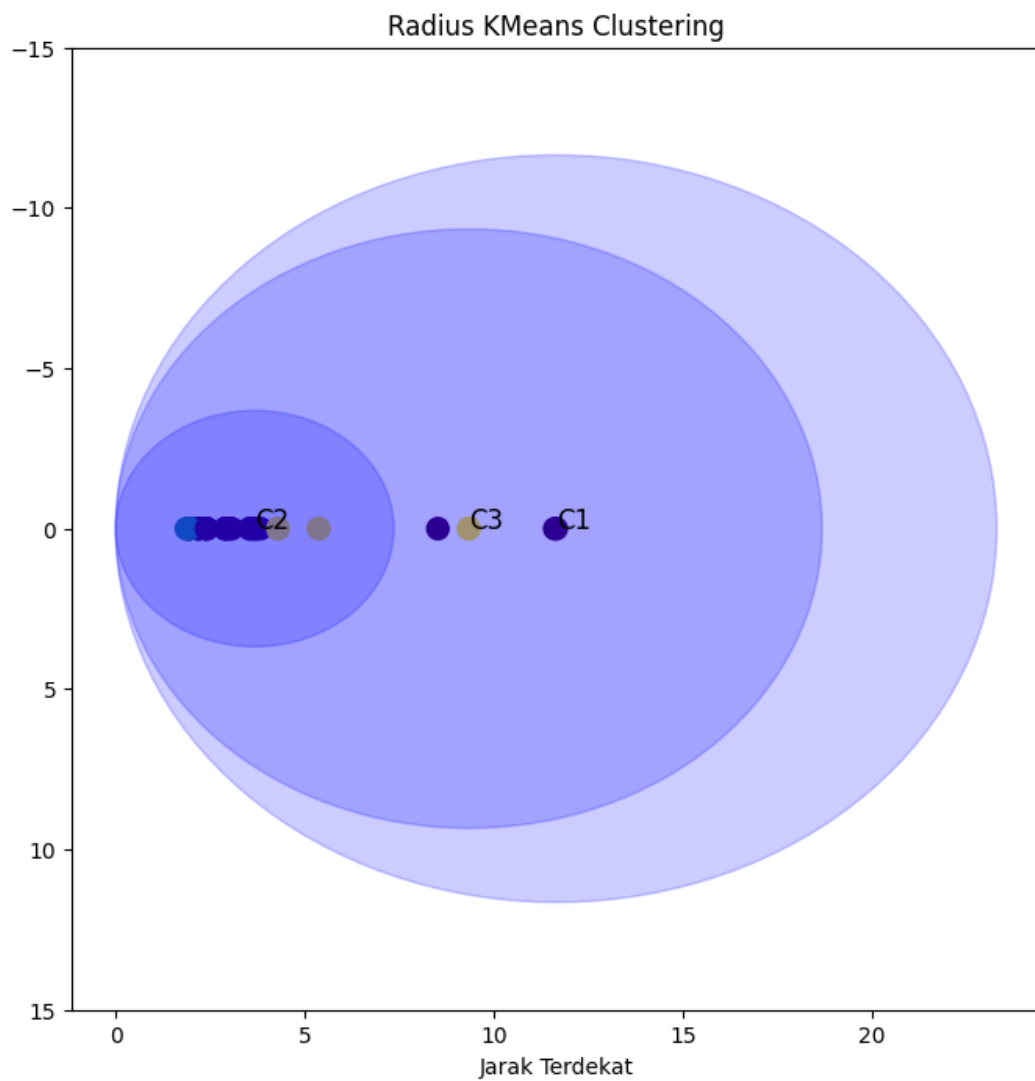
Lanjutan

No	Uji coba ke-1		Uji coba ke-2		Uji coba ke-3		Uji coba ke-4		Uji coba ke-5		Uji coba ke-6		Uji coba ke-7		Uji coba ke-8		Uji coba ke-9		Uji coba ke-10	
	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak
Siswa 10	1	8,95	2	5,11	2	5,11	1	5,11	2	8,95	1	7,37	3	5,11	1	5,87	3	5,11	2	5,11
Siswa 11	1	2,18	3	2,07	3	3,16	3	3,80	2	2,18	3	3,19	2	1,97	3	4,02	2	3,77	3	2,07
Siswa 12	2	0,47	1	3,83	1	2,71	3	4,51	3	0,47	1	5,04	1	3,83	3	4,66	2	4,51	1	3,83
Siswa 13	2	2,75	1	3,13	1	1,62	3	4,03	3	2,75	3	4,66	1	3,13	3	4,16	2	4,03	1	3,13
Siswa 14	1	1,75	3	1,09	3	2,88	3	2,89	2	1,75	3	2,32	2	1,20	3	3,30	2	2,91	3	1,09
Siswa 15	2	5,32	1	6,66	1	5,88	3	8,25	3	5,32	1	8,54	1	6,66	3	8,31	2	8,26	1	6,66
Siswa 16	1	1,96	3	2,07	3	2,76	3	1,79	2	1,96	3	1,47	2	1,97	3	2,13	2	1,73	3	2,07
Siswa 17	1	2,51	3	2,31	1	2,83	3	1,14	2	2,51	3	1,25	2	2,37	3	1,86	2	1,20	3	2,31
Siswa 18	1	1,66	3	1,70	3	2,65	3	2,35	2	1,66	3	1,85	2	1,58	3	2,65	2	2,31	3	1,70
Siswa 19	1	1,75	3	1,09	3	2,88	3	2,89	2	1,75	3	2,32	2	1,20	3	3,30	2	2,91	3	1,09
Siswa 20	2	10,42	2	7,75	2	7,75	1	7,75	3	10,42	1	6,06	3	7,75	1	4,82	3	7,75	2	7,75
Siswa 21	2	3,86	1	3,23	1	1,82	3	2,18	3	3,86	3	2,66	1	3,23	3	2,58	2	2,21	1	3,23
Siswa 22	3	8,40	2	5,50	2	5,50	1	5,50	1	8,40	2	8,40	3	5,50	2	1,25	3	5,50	2	5,50
Siswa 23	3	9,07	2	6,94	2	6,94	1	6,94	1	9,07	2	9,07	3	6,94	2	1,25	3	6,94	2	6,94
Siswa 24	1	2,78	3	2,30	3	3,56	3	3,00	2	2,78	3	2,69	2	2,42	3	3,45	2	3,06	3	2,30
Siswa 25	2	3,30	1	3,01	1	1,25	3	2,64	3	3,30	3	3,23	1	3,01	3	2,96	2	2,67	1	3,01
Siswa 26	1	2,18	3	2,15	1	2,59	3	0,45	2	2,18	3	0,59	2	2,14	3	1,38	2	0,43	3	2,15
Siswa 27	3	4,42	1	5,93	3	6,39	2	0,97	1	4,42	2	4,42	1	5,93	3	6,96	1	0,97	1	5,93
Siswa 28	3	4,21	1	6,62	3	6,07	2	1,50	1	4,21	2	4,21	1	6,62	3	7,13	1	1,50	1	6,62

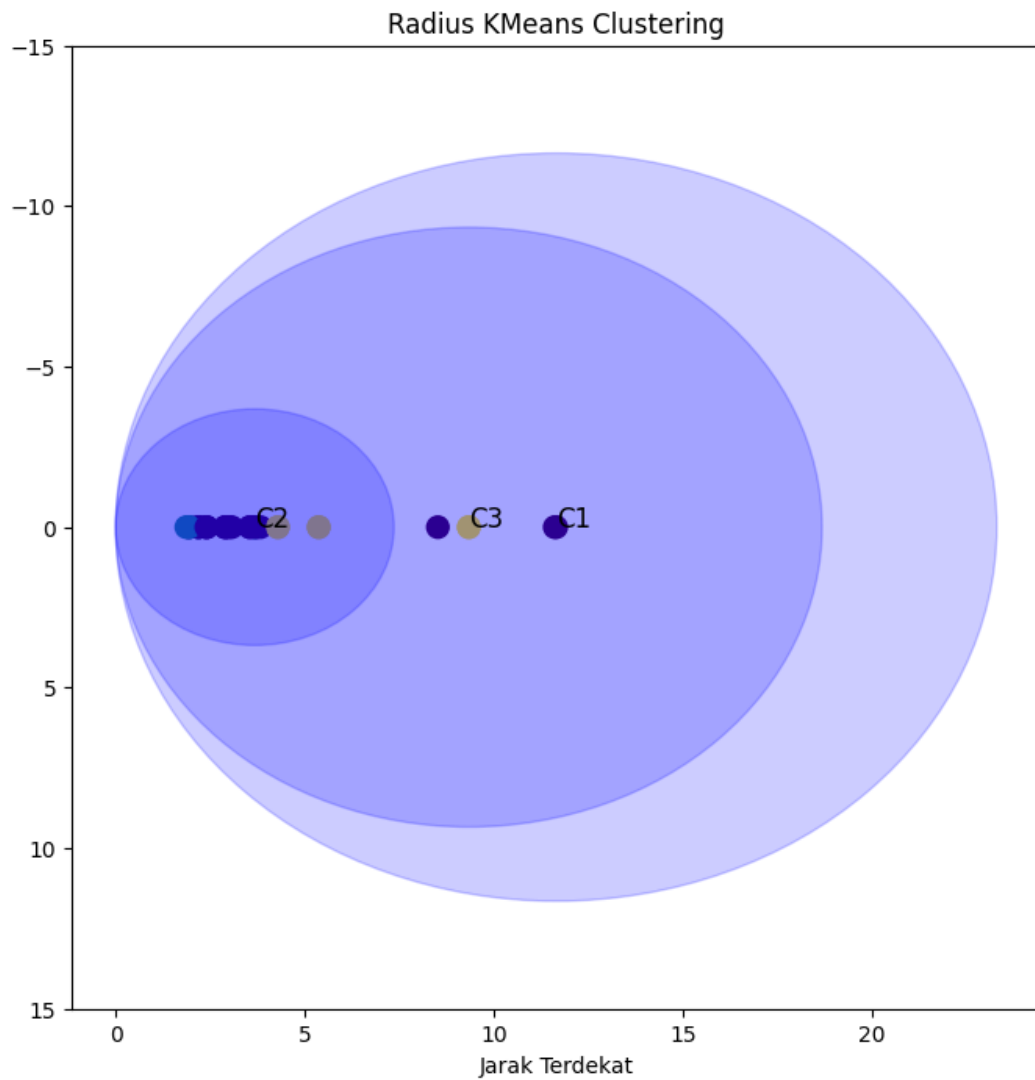
Lanjutan

No	Uji coba ke-1		Uji coba ke-2		Uji coba ke-3		Uji coba ke-4		Uji coba ke-5		Uji coba ke-6		Uji coba ke-7		Uji coba ke-8		Uji coba ke-9		Uji coba ke-10	
	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak	Cluster	Jarak
Siswa 29	2	3,80	1	2,82	1	1,66	3	2,12	3	3,80	3	2,58	1	2,82	3	2,34	2	2,07	1	2,82
Siswa 30	1	1,66	3	1,70	3	2,65	3	2,35	2	1,66	3	1,85	2	1,58	3	2,65	2	2,31	3	1,70
Radiu s	2	10,42	2	7,75	2	7,75	3	8,25	3	10,42	2	9,07	3	7,75	3	8,31	2	8,26	2	7,75

Hasil kesimpulan dari tabel 4.5, radius terbaik terdapat pada uji coba ke-1 dan ke-5 dengan jarak terjauh sebesar 10,42. Untuk visualisasi data dapat dilihat pada gambar 4.1 untuk uji coba ke-1 dan 4.2 untuk uji coba ke-5:



Gambar 4. 1 Radius k-means *clustering* uji coba ke-1



Gambar 4. 2 Radius k-means *clustering* uji coba ke-2

4.1.4 Uji coba jumlah *cluster*

Uji coba jumlah *cluster* dilakukan dengan membandingkan 4 kali pengujian dengan 4 *cluster* yang berbeda diantaranya 3 *cluster*, 4 *cluster*, 5 *cluster* dan 6 *cluster*. Setelah dilakukan pengujian dengan K-Means, kemudian dilakukan perhitungan akurasi. Semakin banyak pengujian yang akurasinya tinggi, akan semakin berpeluang sebagai jumlah *cluster* terbaik. Hasil pengujian dari 4 kali uji

coba untuk hasil 3 *cluster* dapat dilihat pada tabel 4.6, hasil pengujian 4 *cluster* dapat dilihat pada tabel 4.7, hasil pengujian 5 *cluster* dapat dilihat pada tabel 4.8 dan hasil pengujian 6 *cluster* dapat dilihat pada tabel 4.9:

Tabel 4. 6 Pengujian 3 *cluster*

Pengujian	Data Uji (C1,C2,C3)	Precision	Recall	Specificity	Accuracy
1	16, 29, 27	97%	98%	98%	98%
2	21, 10, 11	92%	92%	94%	93%
3	25, 15, 17	65%	59%	83%	80%
4	1, 27, 24	94%	98%	99%	98%
5	4, 3, 5	81%	80%	87%	82%
6	12, 28, 29	94%	98%	99%	98%
7	26, 24, 14	66%	56%	78%	71%
8	22, 23, 24	92%	83%	99%	98%
9	15, 16, 17	52%	62%	76%	71%
10	7, 17, 24	57%	54%	81%	76%
Rata-rata		79%	78%	89%	87%

Tabel 4. 7 Pengujian 4 *cluster*

Pengujian	Data Uji (C1,C2,C3,C4)	Precision	Recall	Specificity	Accuracy
1	16, 29, 27, 23	98%	95%	99%	98%
2	7, 11, 15, 20	93%	89%	94%	93%
3	1, 18, 7, 12	70%	84%	91%	87%
4	5, 27, 3, 24	70%	65%	88%	82%
5	18, 16, 17, 15	52%	68%	84%	78%
6	23, 9, 12, 20	100%	100%	100%	100%
7	26, 24, 14, 10	56%	63%	85%	75%
8	10, 17, 25, 21	77%	74%	92%	90%
9	2, 7, 8, 12	70%	67%	91%	87%
10	7, 13, 28, 18	82%	89%	96%	92%
Rata-rata		77%	79%	92%	88%

Tabel 4. 8 Pengujian 5 cluster

Pengujian	Data Uji (C1,C2,C3,C4,C5)	Precision	Recall	Specificity	Akurasi
1	16, 29, 27, 23, 9	100%	100%	100%	100%
2	7, 11, 15, 20, 18	62%	63%	86%	79%
3	1, 18, 7, 12, 22	79%	87%	93%	89%
4	5, 27, 3, 24, 14	56%	57%	87%	77%
5	18, 16, 17, 15, 19	54%	59%	89%	83%
6	23, 9, 12, 20, 26	95%	89%	93%	93%
7	26, 24, 14, 10, 3	58%	57%	87%	79%
8	10, 17, 25, 21, 14	70%	76%	94%	89%
9	2, 7, 8, 12, 15	78%	83%	93%	91%
10	7, 13, 28, 18, 2	80%	82%	96%	93%
Rata-rata		75%	92%	87%	87%

Tabel 4. 9 Pengujian 6 cluster

Pengujian	Data Uji (C1,C2,C3,C4,C5,C6)	Precision	Recall	Specificity	Akurasi
1	16, 29, 27, 23, 9, 12	97%	96%	98%	98%
2	7, 11, 15, 20, 18, 25	82%	81%	95%	92%
3	1, 18, 7, 12, 22, 29	76%	81%	95%	91%
4	5, 27, 3, 24, 14, 20	80%	80%	95%	92%
5	18, 16, 17, 15, 19, 12	75%	75%	94%	89%
6	23, 9, 12, 20, 26, 15	96%	90%	94%	94%
7	26, 24, 14, 10, 3, 16	63%	60%	91%	84%
8	10, 17, 25, 21, 14, 4	90%	84%	97%	96%
9	2, 7, 8, 12, 15, 25	76%	71%	93%	90%
10	7, 13, 28, 18, 25	88%	84%	97%	96%
Rata-rata		80%	95%	92%	92%

Dari hasil pengujian pada tabel 4.6, tabel 4.7, tabel 4.8 dan tabel 4.9 diperoleh nilai rata-rata untuk 3 cluster yaitu, *Precision* sebesar 79%, *Recall* sebesar 78%, *Specificity* sebesar 89% dan *Accuracy* sebesar 87%. Nilai rata-rata untuk 4 cluster yaitu, *Precision* sebesar 77%, *Recall* sebesar 79%, *Specificity* sebesar 92% dan *Accuracy* sebesar 88%. Nilai rata-rata untuk 5 cluster yaitu, *Precision* sebesar 75%, *Recall* sebesar 90%, *Specificity* sebesar 87% dan *Accuracy* sebesar 87%. Nilai rata-rata untuk 6 cluster yaitu, *Precision* sebesar

80%, *Recall* sebesar 95%, *Specificity* sebesar 92% dan *Accuracy* sebesar 92%. Dapat disimpulkan jumlah *cluster* terbaik adalah *cluster* yang terbagi menjadi 6 kelompok karena memiliki nilai rata-rata tertinggi.

4.2 Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi, dilakukan pengembangan sistem dengan menerapkan desain sistem yang telah disusun berdasarkan analisis ke dalam bahasa yang dapat dimengerti oleh mesin dan perangkat lunak dalam lingkungan yang sebenarnya. Proses implementasi sistem melibatkan langkah-langkah dalam melakukan perhitungan *K-Means Clustering* untuk membangun fitur rekomendasi olimpiade.

4.2.1 Implementasi Pembobotan Data

Tahap awal dalam pengembangan sistem rekomendasi siswa berprestasi adalah menetapkan bobot data kriteria sebelum memasuki tahap perhitungan *K-Means Clustering*. *Pseudocode* dibawah ini merupakan pengambilan data dari rata-rata nilai ilmu pengetahuan atau yang digunakan sebagai kriteria 1:

```
# Koneksi ke server Odoo
odoo = odoo.rpc.ODOO('103.103.192.112', port=10015)

# Login ke database
odoo.login('RISET', 'lubsulskripsi@gmail.com', 'Lub345*$')

# Tentukan model dan field yang akan diambil
model_name = 'survey.user_input'
fields = ['survey_id', 'create_uid', 'scoring_percentage']

# Ambil data dari model
tugas1 = odoo.env[model_name].search_read([('survey_id', '=', 'Matem
atika | Tugas 1')], fields)
tugas2 = odoo.env[model_name].search_read([('survey_id', '=', 'Matem
atika | Tugas 2')], fields)
```

```

tugas3 = odoo.env[model_name].search_read([('survey_id','=', 'Matem
atika | Tugas 3')], fields)
tugas4 = odoo.env[model_name].search_read([('survey_id','=', 'Matem
atika | Tugas 4')], fields)
uts = odoo.env[model_name].search_read([('survey_id','=', 'Matemati
ka | UTS')], fields)
UAS = odoo.env[model_name].search_read([('survey_id','=', 'Matemati
ka | UAS')], fields)

# Tampilkan data dalam format tabel
df1 = pd.DataFrame(tugas1, columns=fields)
df2 = pd.DataFrame(tugas2, columns=fields)
df3 = pd.DataFrame(tugas3, columns=fields)
df4 = pd.DataFrame(tugas4, columns=fields)
df5 = pd.DataFrame(uts, columns=fields)
df6 = pd.DataFrame(UAS, columns=fields)

# menggabungkan data frame menjadi satu
df = pd.concat([df1, df2, df3, df4, df5, df6])

# menjalankan perintah explode pada kolom create_uid (memisahkan a
ngka dan abjad pada kolom create_uid)
df = df.explode('create_uid')

# menjumlahkan semua nilai dari nama yang sama
df_sum = df.groupby('create_uid')['scoring_percentage'].sum().rese
t_index()

# mengubah field angka pada kolom create_uid menjadi Nan
df_sum['create_uid'] = df_sum['create_uid'].str.replace('\d+', '')

# Menghapus baris yang mengandung nilai NaN
n_pengetahuan = df_sum.dropna()

# Membagi nilai pada kolom scoring_percentage dengan angka 6
n_pengetahuan['scoring_percentage'] = n_pengetahuan['scoring_perce
ntage']/6

# Mengambil dua angka setelah koma pada kolom nilai
n_pengetahuan['scoring_percentage'] = n_pengetahuan['scoring_perce
ntage'].round(2)

# Mengurutkan data menurut nama
n_pengetahuan = n_pengetahuan.sort_values(by=['create_uid'])
n_pengetahuan = n_pengetahuan.rename(columns={'scoring_percentage'
:'nilai_pengetahuan'})

```

Kemudian, *pseudocode* berikut merupakan pengambilan data dari rata-rata

nilai sikap sosial atau yang menjadi kriteria 2:

```

# Tentukan model dan field yang akan diambil
model_name = 'lubsul.penilaian_walikelas'
fields = ['name', 'rata_rata']

```

```

# Ambil data dari model
n_sikapsosial = odoo.env[model_name].search_read([('kelas','=', 'VI')], fields)
# Tampilkan data dalam format tabel
n_sikapsosial = pd.DataFrame(n_sikapsosial, columns=fields)

# menjalankan perintah explode pada kolom create_uid (memisahkan angka dan abjad pada kolom create_uid)
n_sikapsosial = n_sikapsosial.explode('name')

# mengubah field angka pada kolom create_uid menjadi Nan
n_sikapsosial['name'] = n_sikapsosial['name'].str.replace('\d+', '')

# Menghapus baris yang mengandung nilai NaN
n_sikapsosial = n_sikapsosial.dropna()

# Mengurutkan data menurut nama
n_sikapsosial = n_sikapsosial.sort_values(by=['name'])
n_sikapsosial = n_sikapsosial.rename(columns={'rata_rata': 'nilai_sikapsosial'})

```

Selanjutnya, *pseudocode* pengambilan data dari rata-rata nilai ekstrakurikuler

atau yang digunakan untuk kriteria 3:

```

# Tentukan model dan field yang akan diambil
model_name = 'lubsul.ekstrakurikuler'
fields = ['name', 'nilai']

# Ambil data dari model
n_ekstrakurikuler = odoo.env[model_name].search_read([('kelas_id','=', 'VI')], fields)

# Tampilkan data dalam format tabel
n_ekstrakurikuler = pd.DataFrame(n_ekstrakurikuler, columns=fields)

# menjalankan perintah explode pada kolom create_uid (memisahkan angka dan abjad pada kolom create_uid)
n_ekstrakurikuler = n_ekstrakurikuler.explode('name')

# mengubah field angka pada kolom create_uid menjadi Nan
n_ekstrakurikuler['name'] = n_ekstrakurikuler['name'].str.replace('\d+', '')

# Menghapus baris yang mengandung nilai NaN
n_ekstrakurikuler = n_ekstrakurikuler.dropna()

# Mengurutkan data menurut nama
n_ekstrakurikuler = n_ekstrakurikuler.sort_values(by=['name'])
n_ekstrakurikuler = n_ekstrakurikuler.rename(columns={'nilai': 'nilai_ekstrakurikuler'})

```

Pseudocode berikut adalah pengambilan data dari rata-rata nilai Riwayat

tertinggi prestasi siswa yang menjadi nilai kriteria 4:.

```
# Tentukan model dan field yang akan diambil
model_name = 'lubsul.prestasi'
fields = ['name', 'nilai']

# Ambil data dari model
n_prestasi = odoo.env[model_name].search_read([('kelas_id', '=', 'VI')], fields)

# Tampilkan data dalam format tabel
n_prestasi = pd.DataFrame(n_prestasi, columns=fields)

# menjalankan perintah explode pada kolom create_uid (memisahkan angka dan abjad pada kolom create_uid)
n_prestasi = n_prestasi.explode('name')

# mengubah field angka pada kolom create_uid menjadi Nan
n_prestasi['name'] = n_prestasi['name'].str.replace('\d+', '')

# Menghapus baris yang mengandung nilai NaN
n_prestasi = n_prestasi.dropna()

# Mengurutkan data menurut nama
n_prestasi = n_prestasi.sort_values(by=['name'])
n_prestasi = n_prestasi.rename(columns={'nilai': 'nilai_prestasi'})
```

Pengambilan data dari rata-rata nilai absensi siswa dapat dilihat pada

pseudocode berikut ini:.

```
# Tentukan model dan field yang akan diambil
model_name = 'lubsul.form_absen'
fields = ['profil_siswa_id', 'hadir', 'izin', 'alfa']

# Ambil data dari model
n_absen = odoo.env[model_name].search_read([('tahun_ajaran', '=', '2022/2023')], fields)

# Tampilkan data dalam format tabel
n_absen = pd.DataFrame(n_absen, columns=fields)

# menjalankan perintah explode pada kolom create_uid (memisahkan angka dan abjad pada kolom create_uid)
n_absen = n_absen.explode('profil_siswa_id')

# mengubah field angka pada kolom create_uid menjadi Nan
n_absen['profil_siswa_id'] = n_absen['profil_siswa_id'].str.replace('\d+', '')

# Menghapus baris yang mengandung nilai NaN
n_absen = n_absen.dropna()
```

```

# Mengurutkan data menurut nama
n_absen = n_absen.sort_values(by=['profil_siswa_id'])

# menjumlahkan semua nilai dari nama yang sama
n_absen = n_absen.groupby('profil_siswa_id')['hadir', 'izin', 'alfa']
.sum().reset_index()

n_absen['total'] = n_absen['hadir'] + n_absen['izin'] + n_absen['alfa']
n_absen['persentase'] = round(n_absen['hadir'] / n_absen['total']
* 100, 2)
n_absen = n_absen.rename(columns={'persentase': 'nilai_absen'})

```

Untuk menghubungkan semua data dari perhitungan pembobotan pada setiap kriteria dapat dilihat pada *pseudocode* berikut ini:.

```

df = pd.concat([n_pengetahuan.set_index('create_uid'), n_sikapsosial.set_index('name'), n_ekstrakurikuler.set_index('name'), n_prestasi.set_index('name'), n_absen.set_index('profil_siswa_id')], axis=1)
# Mengembalikan kolom 'Nama' dari index
df = df.reset_index()

# Menghitung pembobotan pada setiap kriteria
df['K1'] = round(df['nilai_pengetahuan'] * 25/100)
df['K2'] = round(df['nilai_sikapsosial'] * 20/100)
df['K3'] = round(df['nilai_ekstrakurikuler'] * 25/100)
df['K4'] = round(df['nilai_prestasi'] * 15/100)
df['K5'] = round(df['nilai_absen'] * 15/100)
df = df.drop(['nilai_pengetahuan', 'nilai_sikapsosial', 'nilai_ekstrakurikuler', 'nilai_prestasi', 'hadir', 'izin', 'alfa', 'total', 'nilai_absen'], axis=1)

```

Pada *pseudocode* di atas merupakan kode untuk menggabungkan semua nilai dari kriteria 1-5 dan menghitung pembobotan pada setiap kriteria. Berikut tabel 4.2 menjelaskan nilai pembobotan setiap kriteria:

Tabel 4. 10 Pembobotan pada setiap kriteria

Pembobotan setiap kriteria	
Kriteria	Nilai
K1	25%
K2	20%
K3	25%
K4	15%
K5	15%

4.2.2 Implementasi perhitungan *K-Means*

Pseudocode dibawah ini akan memberi gambaran atau visualisasi dari hasil

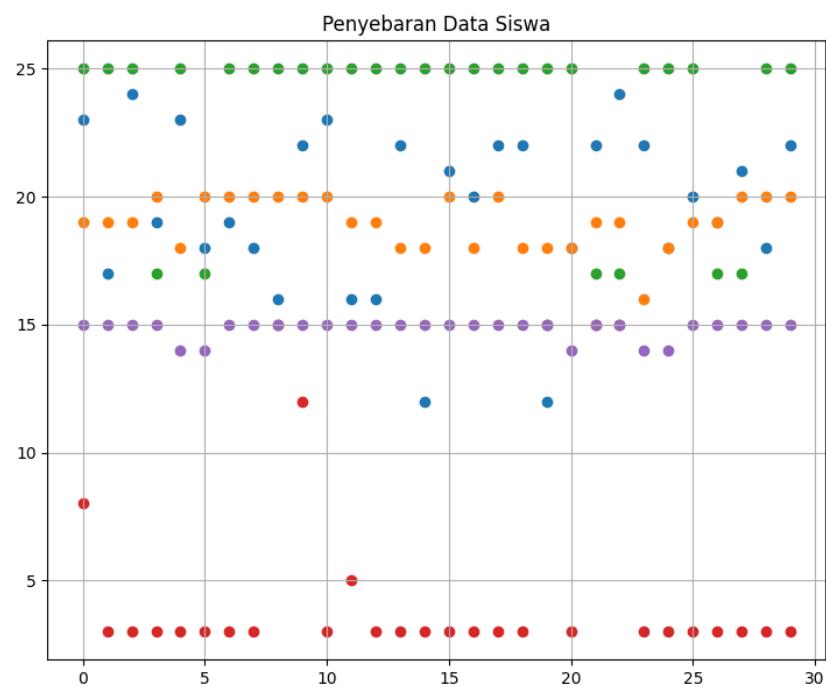
pengumpulan data pada 4.3.1:

```
plt.figure(figsize=(50, 40))

plt.subplot(5,5,1)
plt.title("Penyebaran Data Siswa")

plt.scatter(df.index, df.K1) #blue
plt.scatter(df.index, df.K2) #orange
plt.scatter(df.index, df.K3) #Green
plt.scatter(df.index, df.K4) #Red
plt.scatter(df.index, df.K5) #Purple

plt.grid()
plt.show()
```



Gambar 4. 3 Hasil visualisasi data kriteria

Langkah selanjutnya adalah masuk pada metode *K-Means* dengan menentukan nilai centroid atau pusat *cluster* secara random/acak. Pseudocode dapat dilihat dibawah ini

```
def initiate_centroids(k, dset):
    '''
    Select k data points as centroids
    k: number of centroids
    dset: pandas dataframe
    '''
    centroids = dset.sample(k)
    return centroids

np.random.seed(1)
k=3
df_kmeans = df[['K1', 'K2', 'K3', 'K4', 'K5']]
centroids = initiate_centroids(k, df_kmeans)
```

Kemudian menghitung pusat *centroid* atau jarak terdekat dari dari *cluster* awal yang dipilih secara random. *Pseudocode* dapat dilihat pada kode berikut:

```
def rsserr(a,b):
    '''
    Menentukan pusat centroid dengan penjumlahan akar kuadrat
    a and b are numpy arrays
    '''
    return np.square(np.sum((a-b)**2))

for i, centroid in enumerate(range(centroids.shape[0])):
    err = rsserr(centroids.iloc[centroid,:], df_kmeans.iloc[0,:])
    print('Error for centroid {0}: {1:.2f}'.format(i, err))

# pusat centroid dari cluster yang dipilih
```

Kemudian Langkah selanjutnya menghitung jarak terdekat untuk mengelompokkan data, berikut *pseudocode*-nya:

```
def centroid_assignment(dset, centroids):
    '''
    Given a dataframe `dset` and a set of `centroids`, we assign
    each
    data point in `dset` to a centroid.
    - dset - pandas dataframe with observations
    - centroids - pandas dataframe with centroids
    '''
    k = centroids.shape[0]
```

```

n = dset.shape[0]
assignation = []
assign_errors = []
for obs in range(n):
    # Estimate error
    all_errors = np.array([])
    for centroid in range(k):
        err = rsserr(centroids.iloc[centroid, :],
dset.iloc[obs,:])
        all_errors = np.append(all_errors, err)

    # Get the nearest centroid and the error
    nearest_centroid
= np.where(all_errors==np.amin(all_errors))[0].tolist()[0]
    nearest_centroid_error = np.amin(all_errors)

    # Add values to corresponding lists
    assignation.append(nearest_centroid)
    assign_errors.append(nearest_centroid_error)

return assignation, assign_errors

df_kmeans['Cluster'], df_kmeans['Jarak Terdekat'] =
centroid_assignation(df_kmeans, centroids)
df_kmeans.head(30)

```

Pseudocode di atas untuk menentukan *cluster* dan jarak terdekat dari setiap data, untuk hasil dari perhitungan jarak terdekat dan penentuan pengelompokan setiap data dapat dilihat pada gambar 4.13:

Tabel 4. 11 Hasil Cluster

ID	K1	K2	K3	K4	K5	Cluster	Jarak Terdekat
0	23.0	19.0	25.0	8.0	15.0	2	676.0
1	17.0	19.0	25.0	3.0	15.0	0	676.0
2	24.0	19.0	25.0	3.0	15.0	2	4.0
3	19.0	20.0	17.0	3.0	15.0	0	5329.0
4	23.0	18.0	25.0	3.0	14.0	2	25.0
5	18.0	20.0	17.0	3.0	14.0	0	6561.0
6	19.0	20.0	25.0	3.0	15.0	0	81.0
7	18.0	20.0	25.0	3.0	15.0	0	256.0
8	16.0	20.0	25.0	15.0	15.0	1	10201.0
9	22.0	20.0	25.0	12.0	15.0	1	5476.0
10	23.0	20.0	25.0	3.0	15.0	2	0.0

Lanjutan

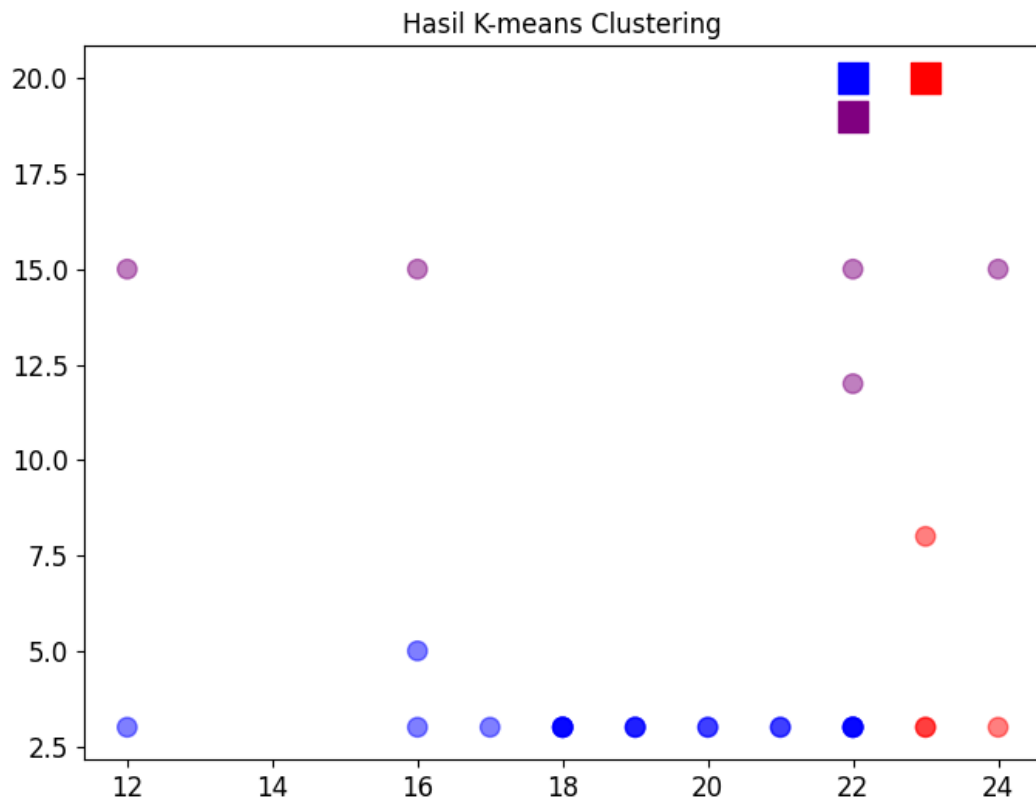
ID	K1	K2	K3	K4	K5	Cluster	Jarak Terdekat
11	16.0	19.0	25.0	5.0	15.0	0	1681.0
12	16.0	19.0	25.0	3.0	15.0	0	1369.0
13	22.0	18.0	25.0	3.0	15.0	0	16.0
14	12.0	18.0	25.0	3.0	15.0	0	10816.0
15	21.0	20.0	25.0	3.0	15.0	0	1.0
16	20.0	18.0	25.0	3.0	15.0	0	64.0
17	22.0	20.0	25.0	3.0	15.0	0	0.0
18	22.0	18.0	25.0	3.0	15.0	0	16.0
19	12.0	18.0	25.0	15.0	15.0	1	27225.0
20	18.0	18.0	25.0	3.0	14.0	0	441.0
21	22.0	19.0	17.0	15.0	15.0	1	0.0
22	24.0	19.0	17.0	15.0	15.0	1	16.0
23	22.0	16.0	25.0	3.0	14.0	0	289.0
24	18.0	18.0	25.0	3.0	14.0	0	441.0
25	20.0	19.0	25.0	3.0	15.0	0	25.0
26	19.0	19.0	17.0	3.0	15.0	0	5476.0
27	21.0	20.0	17.0	3.0	15.0	0	4225.0
28	18.0	20.0	25.0	3.0	15.0	0	256.0
29	22.0	20.0	25.0	3.0	15.0	0	0.0

Selanjutnya memvisualisasikan hasil dari pengelompokan menggunakan metode *k-means*, untuk *pseudocode* dari visualisasi data dapat dilihat pada kode berikut dan untuk hasil visualisasi dapat dilihat pada gambar 4.15:

```

customcmap = ListedColormap(["blue", "purple", "red"])
fig, ax = plt.subplots(figsize=(8, 6))
plt.scatter(df_kmeans.iloc[:,0], df_kmeans.iloc[:,3], marker =
'o',
            c=df_kmeans['Cluster'].astype('category'),
            cmap = customcmap, s=80, alpha=0.5)
plt.scatter(centroids.iloc[:,0], centroids.iloc[:,1],
            marker = 's', s=200, c=[0, 1, 2],
            cmap = customcmap)
plt.xticks(fontsize=12)
plt.yticks(fontsize=12)
plt.title("Hasil K-means Clustering")
plt.show()
# Memvisualkan persebaran data hasil Cluster

```

Gambar 4. 4 visualisasi hasil *cluster*

Terakhir, menampilkan keseluruhan data termasuk data perhitungan *k-means* dan meng-*export* data kedalam file csv dapat dilihat pada *pseudocode* berikut dan hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.17:

```
df['Cluster'], df['Jarak Terdekat'] = centroid_assignment(df,
centroids)
df.to_csv("data_cluster.csv", index=True)
df
```

Tabel 4. 12 Hasil keseluruhan data cluster

ID	Nama Siswa	K1	K2	K3	K4	K5	Cluster	Jarak Terdekat
0	AFIFAH RAHMAH WIJAYANTI	23.0	19.0	25.0	8.0	15.0	2	676.0
1	AIRIN SITI NUR CHOLIFAH	17.0	19.0	25.0	3.0	15.0	0	676.0
2	AL SYAFI ATAULLAH	24.0	19.0	25.0	3.0	15.0	2	4.0

Lanjutan

ID	Nama Siswa	K1	K2	K3	K4	K5	Cluster	Jarak Terdekat
3	ALVIN HILMI SYAHPUTRA	19.0	20.0	17.0	3.0	15.0	0	5329.0
4	AMIRA EFIT SHOLEHA	23.0	18.0	25.0	3.0	14.0	2	25.0
5	ANINDYA RIZKY ALYA KIRANA	18.0	20.0	17.0	3.0	14.0	0	6561.0
6	AQUEENA CHENORA HAPSARI	19.0	20.0	25.0	3.0	15.0	0	81.0
7	ARJUNA DEVARA ZAIDAN	18.0	20.0	25.0	3.0	15.0	0	256.0
8	ATHAYA LITUHAYU ALLANY	16.0	20.0	25.0	15.0	15.0	1	10201.0
9	FADHIL AL FARISI EFENDI	22.0	20.0	25.0	12.0	15.0	1	5476.0
10	FAIZZATUS SHOLIAH YUNIOR	23.0	20.0	25.0	3.0	15.0	2	0.0
11	FIDELA SHAESTA HANSE PUTRI	16.0	19.0	25.0	5.0	15.0	0	1681.0
12	HAFIZH ZHAFRAN MIZAN ARIFIN	16.0	19.0	25.0	3.0	15.0	0	1369.0
13	IZHAGI ALSHAFARAH RAMADHAN	22.0	18.0	25.0	3.0	15.0	0	16.0
14	KANAKA ABHISEKA ALFAHRIZITRIAR	12.0	18.0	25.0	3.0	15.0	0	10816.0
15	KIANO DAFFI WIDIANTO	21.0	20.0	25.0	3.0	15.0	0	1.0
16	MOCHAMAD ZAHREHANT ANSARILAH	20.0	18.0	25.0	3.0	15.0	0	64.0
17	MUHAMAD DAFA RAMADANI	22.0	20.0	25.0	3.0	15.0	0	0.0
18	MUHAMMAD ALFATH RASIKH	22.0	18.0	25.0	3.0	15.0	0	16.0
19	MUHAMMAD AQIL HAIDAR RAMADHAN	12.0	18.0	25.0	15.0	15.0	1	27225.0
20	MUHAMMAD BAIHAQI AZLAN PRADHANA	18.0	18.0	25.0	3.0	14.0	0	441.0
21	NANDITA FAIZATUN NISA	22.0	19.0	17.0	15.0	15.0	1	0.0
22	PUTRI JASMINE AZOILLAH	24.0	19.0	17.0	15.0	15.0	1	16.0
23	RAFA TSANIYA NUR CHASANAH	22.0	16.0	25.0	3.0	14.0	0	289.0
24	RAFFI AHMAD ABHINAYA	18.0	18.0	25.0	3.0	14.0	0	441.0
25	RAHAYU NINGSIH	20.0	19.0	25.0	3.0	15.0	0	25.0
26	RANIAH NASYWA APRILLYSUMA PRADHANA	19.0	19.0	17.0	3.0	15.0	0	5476.0

Lanjutan

ID	Nama Siswa	K1	K2	K3	K4	K5	Cluster	Jarak Terdekat
27	RIAN ABDILLAH NURDZAKY	21.0	20.0	17.0	3.0	15.0	0	4225.0
28	RIZKY REMA AINUR ROZIQIN	18.0	20.0	25.0	3.0	15.0	0	256.0
29	SYAKILA PUTRI YULIASARI	22.0	20.0	25.0	3.0	15.0	0	0.0

4.3 Pembahasan Pengujian

Hasil dari pengujian diatas menunjukkan bobot kriteria terbaik adalah bobot kriteria ke-4 dengan persentase bobot kriteria, yaitu: K1=25%, K2=20%, K3=25%, K4=15% dan K5=15%. Selanjutnya, *centroid* terbaik adalah pengujian ke-1 dengan nilai *Precision* sebesar 97%, *Recall* sebesar 98%, *Specificity* sebesar 98% dan *Accuracy* sebesar 98%. Pengujian ke-1 dengan data acak C1=Siswa ke-16, C2=Siswa ke-29, C3=Siswa ke-27.

Radius terbaik diperoleh pada pengujian ke-1 dan ke-5 dengan jarak terjauh sebesar 10,42 dan jumlah *cluster* terbaik dari hasil uji coba dengan 4 pengujian jumlah *cluster* (3 *cluster*, 4 *cluster*, 5 *cluster* dan 6 *cluster*) diperoleh jumlah *cluster* terbaik adalah 6 *cluster* dengan *Precision* sebesar 80%, *Recall* sebesar 95%, *Specificity* sebesar 92% dan *Accuracy* sebesar 92%. Kemudian untuk implementasi metode k-means dengan sistem menghasilkan pengelompokan nilai tertinggi (C1) sebanyak 21 siswa, nilai sedang (C2) sebanyak 5 siswa dan nilai rendah (C3) sebanyak 4 siswa. C1=21 siswa dengan data siswa ke (2, 4, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30), C2=5 siswa dengan data siswa ke-(9, 10, 20, 22, 23) dan C3=4 siswa dengan data siswa ke-(1, 3, 5, 11).

Dari hasil pembahasan tersebut dapat diketahui manfaat-manfaat penelitian terkait dengan metode K-Means Clustering. Untuk melakukan identifikasi terhadap manfaat penelitian, peneliti menggunakan tabel ranti atau *Ranti's Generic IS/IT Business Value* yang merupakan metode identifikasi manfaat bisnis yang relevan dalam konteks penelitian. Berikut adalah keseluruhan kategori dari tabel ranti dapat dilihat pada tabel 4:

Tabel 4. 13 Tabel Ranti

No	KATEGORI	SUB-KATEGORI
1	Mengurangi/Menekan biaya (dari)	1. biaya telekomunikasi
		2. biaya perjalanan
		3. biaya operator
		4. biaya pertemuan
		5. biaya kegagalan layanan
		6. biaya distribusi
		7. biaya pelatihan per setiap karyawan
		8. biaya pengembalian barang yang salah
		9. biaya uang (bunga pinjaman)
		10. biaya cetak dokumen dan ATK
		11. biaya langganan
		12. biaya sewa ruangan
		13. biaya sewa alat
		14. biaya inventori/penyimpanan
		15. biaya kesalahan penelitian
2	Meningkatkan produktivitas (karena disebabkan oleh)	16. restrukturisasi pembagian fungsi kerja
		17. mempercepat penguasaan produk
		18. kemudahan analisis
		19. meningkatkan kepuasan karyawan
3	Mempercepat proses (dari)	20. proses produksi
		21. proses pengadaan barang
		22. proses pembuatan laporan
		23. proses persiapan data
		24. proses pemeriksaan permohonan
		25. proses pembayaran hutang/tagihan
		26. proses transaksi
		27. proses pengambilan keputusan
4	Mengurangi resiko (dari)	28. kesalahan hitung
		29. piutang tak tertagih

Lanjutan

No	KATEGORI	SUB-KATEGORI
		30. kehilangan penyimpanan
		31. produk gagal
		32. kehilangan data
		33. kesalahan data
		34. jatuh tempo
		35. kehilangan karyawan potensial
		36. pemalsuan
		37. penipuan/kecurangan administrasi
		38. kesalahan pembayaran
		39. kesalahan pengelolaan asset
5	Meningkatkan pendapatan (yg disebabkan oleh)	40. meningkatkan kapasitas bisnis
		41. meningkatkan kualitas laporan
		42. meningkatkan kepercayaan pelanggan
		43. memperluas segmentasi pasar
		44. meningkatkan pendapatan lain-lain
6	Meningkatkan keakuratan (dari)	45. tagihan
		46. analisis
		47. data
		48. perencanaan
		49. keputusan
7	Mempercepat cash-in (disebabkan karena)	50. mempercepat pengiriman tagihan
8	Meningkatkan layanan eksternal (dari)	51. mengurangi pembatalan pesanan
		52. mengetahui masalah pelanggan
		53. penambahan cabang/layanan
		54. layanan pribadi
		55. kepuasan pelanggan
9	Meningkatkan image (disebabkan oleh)	56. meningkatkan mutu layanan
		57. pemberian diskon
		58. kepatuhan pada aturan
		59. menggunakan merk terkenal
10	10. Meningkatkan kualitas (dari)	60. manajemen penyedia/ pemasok
		61. hasil kerja
		62. layanan
		63. produk
	Meningkatkan layanan internal (dari)	64. layanan bersama
		65. memenuhi hak & tanggung jawab staf
		66. layanan untuk karyawan
		67. penjadualan dan materi pelatihan
	Meningkatkan keunggulan kompetitif (disebabkan oleh)	68. membentuk kerjasama bisnis
		69. mempercepat terbentuknya bisnis baru
		70. meningkatkan biaya-penggantian
	Menghindari biaya (dari)	71. dana cadangan
		72. biaya pemeliharaan
		73. biaya kehilangan dan penundaan

Sumber: (M. Ainul Yaqin, S.Si, 2012)

Manfaat penelitian berdasarkan tabel 4.13 dapat dikategorikan pada meningkatkan keakuratan dari analisis, data dan keputusan. *Clustering* siswa berprestasi dapat memberikan sejumlah manfaat dalam meningkatkan akurasi analisis, data, dan pengambilan keputusan dalam konteks pendidikan. Berikut adalah beberapa manfaat utama:

1. Peningkatan akurasi analisis: Dengan melakukan clustering siswa berprestasi, kita dapat mengidentifikasi pola dan tren yang relevan dalam data mereka. Hal ini memungkinkan para analis dan pendidik untuk menganalisis performa siswa secara lebih mendalam dan akurat. Misalnya, dengan mengklasifikasikan siswa berprestasi dalam kelompok-kelompok yang lebih kecil dan terfokus, kita dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap keberhasilan mereka. Informasi ini dapat digunakan untuk mengembangkan strategi pembelajaran yang lebih efektif bagi siswa lain.
2. Penyempurnaan data: Clustering siswa berprestasi membantu dalam menyederhanakan dan memperbaiki kualitas data yang tersedia. Dengan mengidentifikasi grup siswa berprestasi, kita dapat menghapus outlier atau data yang tidak relevan dalam analisis. Selain itu, clustering dapat membantu mengisi kekosongan data dengan metode yang sesuai, seperti menggunakan nilai rata-rata kelompok atau teknik imputasi lainnya. Hal ini membantu menghasilkan data yang lebih lengkap, bersih, dan dapat diandalkan untuk analisis lebih lanjut.
3. Peningkatan pengambilan keputusan: Clustering siswa berprestasi dapat membantu pengambilan keputusan yang lebih efektif dalam konteks

pendidikan. Dengan memahami karakteristik dan kebutuhan siswa berprestasi, pendidik dapat menyusun program dan kurikulum yang sesuai untuk mereka. Selain itu, pengelompokan siswa berprestasi juga dapat memberikan wawasan tentang metode pembelajaran yang paling efektif untuk kelompok ini. Dengan demikian, keputusan terkait perencanaan pendidikan, pengalokasian sumber daya, dan strategi pengajaran dapat diambil berdasarkan pemahaman yang lebih baik tentang siswa berprestasi.

4.4 Integrasi Sains dan Islam

Terkait hasil dari penelitian, diperoleh kelompok-kelompok siswa yang terbagi menjadi 3 kelompok atau cluster. 3 kelompok tersebut dimana kelompok 1 (C1) adalah siswa yang bernilai tinggi, kelompok 2 (C2) adalah siswa yang bernilai sedang, dan kelompok 3 (C3) adalah siswa yang bernilai rendah. Dari ketiga kelompok tersebut akan dipilih 1 kelompok yang akan menjadi rekomendasi siswa berprestasi yaitu kelompok 1 (C2) yang merupakan kelompok siswa bernilai tinggi. Konsep pemilihan kelompok terbaik dari beberapa kelompok ini juga dibahas dalam islam yaitu pada buku Talbis Iblis karya Ibnul Jauzi dengan pentahqiq Syaikh Ali Hasan al-Halabi, dari Ibnu Umar Radhiyallahu Anhuma, dia berkata, Nabi ﷺ bersabda,

لَيَأْتِيَنَّ عَلَى أُمَّتِي مَا أَتَى عَلَى بَنِي إِسْرَائِيلَ خَذَوْ النَّعْلَ بِالنَّعْلِ ، حَتَّى إِنْ كَانَ مِنْهُمْ مَنْ أَتَى أُمَّهُ عُلَانِيَةً لَكَانَ فِي أُمَّتِي مَنْ يَصْنَعُ ذَلِكَ ، وَإِنَّ بَنِي إِسْرَائِيلَ تَفَرَّقَتْ عَلَى ثِنْتَيْنِ وَسَبْعِينَ مَلَّةً ، وَتَفْتَرِقُ أُمَّتِي عَلَى ثَلَاثٍ وَسَبْعِينَ مَلَّةً ، كُلُّهُمْ فِي النَّارِ إِلَّا مَلَّةً وَاحِدَةً ، قَالُوا : مَنْ هِيَ يَا رَسُولَ اللَّهِ ؟ قَالَ : مَا أَنَا عَلَيْهِ وَأَصْحَابِي

"Umatku akan mengalami apa yang dialami oleh Bani Israil, seperti seajarnya sandal dengan pasangannya, hingga apabila ada di antara mereka itu yang menyetubuhi ibunya secara terang-terangan, niscaya di antara umatku akan ada yang berbuat demikian. Dan, sungguh Bani Israil sudah berpecah belah menjadi 72 golongan, sedangkan umatku akan terpecah menjadi 73 golongan; semuanya di Neraka, kecuali satu golongan". Para Sahabat bertanya: "Siapakah mereka, wahai Rasulullah?" Maka beliau menjawab: "Yaitu mereka yang berada di ajaranku dan para Sahabatku". (HR. Ibnu Umar Radhiyallahu Anhuma)

Hadis diatas berkaitan dengan pembagian umat menjadi berbagai golongan di masa yang akan datang. Rasulullah ﷺ menyebutkan bahwa umatnya akan terpecah menjadi 73 golongan, di mana 72 golongan akan berada di Neraka, kecuali satu golongan. Golongan yang dimaksud adalah golongan yang mengikuti ajaran Rasulullah ﷺ dan para Sahabatnya. Konteks integrasi hadis tersebut dengan tiga golongan siswa berdasarkan nilai, kelompok 1 yang merupakan siswa dengan nilai tinggi. Dalam hadis tersebut, Rasulullah ﷺ menyebutkan bahwa hanya satu golongan yang akan selamat dari neraka. Jika kita mengintegrasikan dengan tiga kelompok siswa berdasarkan nilai, maka dapat dikatakan bahwa kelompok siswa dengan nilai tinggi (kelompok 1) memiliki kesempatan lebih besar untuk terpilih sebagai siswa berprestasi atau mendapatkan rekomendasi prestasi. Ini karena mereka menunjukkan keunggulan dalam prestasi akademik mereka dan memiliki potensi untuk lebih sukses di masa depan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian implementasi algoritma K-Means Clustering untuk rekomendasi siswa berprestasi yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa:

- a. Penerapan algoritma k-means clustering yang menggunakan metode *Euclidean Distance*, menghasilkan sebuah informasi mengenai data pengelompokan siswa. Dari 30 siswa yang diteliti terdapat 21 siswa yang merupakan anggota *Cluster 1*, 5 siswa anggota *Cluster 2* dan 4 siswa anggota *Cluster*.
- b. Pengujian *terhadap* algoritma *K-means Clustering* dilakukan sebanyak 4 kali, diantaranya: Pengujian bobot kriteria terbaik dengan 5 pengujian diperoleh oleh pengujian ke-4. Pengujian centroid terbaik dari 10 uji coba, yang terbaik adalah uji coba ke-1. Pengujian radius terbaik dari 10 uji coba diperoleh pada pengujian ke-1 dan ke-5. Pengujian jumlah cluster terbaik dari jumlah (3 *cluster*, 4 *cluster*, 5 *cluster*, dan 6 *cluster*) adalah *cluster* yang berjumlah 6.

5.2 Saran

Untuk mengembangkan penelitian ini lebih lanjut peneliti merekomendasikan agar hasil pengelompokkan data menggunakan algoritma *K-Means* diintegrasikan dengan platform Odoo pada Jupyter Notebook. Peneliti berharap bahwa penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan penggunaan metode lain selain *K-Means*

sehingga dapat membandingkan efektivitasnya dengan metode yang telah digunakan dalam penelitian ini. Menambahkan data/partisipan dan juga menambahkan jumlah *cluster*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adimarangga, M. F., Fauzi, R., & Ambarsari, N. (2020). *Perancangan Sistem Informasi E-Learning Untuk Mendukung Proses Pembelajaran Berbasis Web Di Sma Santa Maria 3 Cimahi Menggunakan Metode Extreme Programming Modul Siswa Desig E-Learning Information Systems To Support Learning Processes Web-Based in Sma Sant.* 7(2), 7514–7525.
- Afifi, W., Nastiti, D. R., & Aini, Q. (2020). Clustering K-Means Pada Data Ekspor (Studi Kasus: Pt. Gaikindo). *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 11(1), 45–50. <https://doi.org/10.24176/simet.v11i1.3568>
- Ahsan, M. (2018). Efisiensi Penggunaan Elearning dengan Memanfaatkan Teknologi Mobile Wireless Pada Stain Parepare. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan Islam*, 16(2), 154–161. <https://doi.org/10.35905/alishlah.v16i2.748>
- Aldino, A. A., Darwis, D., Prastowo, A. T., & Sujana, C. (2021). Implementation of K-Means Algorithm for Clustering Corn Planting Feasibility Area in South Lampung Regency. *Journal of Physics: Conference Series*, 1751(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1751/1/012038>
- Budiningsih, I., Soehari, T. D., & Marlison, M. (2020). Hard Skill versus Soft Skill dalam Pencapaian Kinerja Karyawan Proyek Infrastruktur Mass Rapid Transit (MRT) Jakarta. *Akademika*, 9(02), 29–42. <https://doi.org/10.34005/akademika>.
- Bustomi, Z. (2021). *Sistem rekomendasi siswa berprestasi menggunakan metode K-Means Clustering dan TOPSIS.* <http://etheses.uin-malang.ac.id/28160/%0Ahttp://etheses.uin-malang.ac.id/28160/7/17650089.pdf>
- Dinata, R. K., Safwandi, S., Hasdyna, N., & Azizah, N. (2020). Analisis K-Means Clustering pada Data Sepeda Motor. *INFORMAL: Informatics Journal*, 5(1), 10. <https://doi.org/10.19184/isj.v5i1.17071>
- Haviluddin, H., Patandianan, S. J., Putra, G. M., Puspitasari, N., & Pakpahan, H. S. (2021). Implementasi Metode K-Means Untuk Pengelompokan Rekomendasi Tugas Akhir. *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 16(1), 13. <https://doi.org/10.30872/jim.v16i1.5182>
- Hutagalung, J., Ginantra, N. L. W. S. R., Bhawika, G. W., Parwita, W. G. S., Wanto, A., & Panjaitan, P. D. (2021). COVID-19 Cases and Deaths in Southeast Asia Clustering using K-Means Algorithm. *Journal of Physics: Conference Series*, 1783(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1783/1/012027>
- Iptian, R. (2019). Pengaruh Kesiapan Guru Terhadap Pemanfaatan E-Learning. *Jurnal Dinamika Manajemen Pendidikan*, 3(2), 72.

<https://doi.org/10.26740/jdmp.v3n2.p72-77>

- Karlina, B., & Sanoyo, A. M. (2021). Pengaruh Cluster Emiten terhadap Return Saham JSX Berbasis Parameter Rasio Analisa Fundamental. *Jurnal Akuntansi, Keuangan, Dan Manajemen*, 2(4), 279–291. <https://doi.org/10.35912/jakman.v2i4.294>
- M. Ainul Yaqin, S.Si, M. K. (2012). *Tabel Ranti*. 05 November. <https://yaqinov.wordpress.com/2012/11/05/tabel-ranti/>
- Marius Robert Seran. (2016). Teknologi Informasi Pembentuk Multiplier Effect Dalam Bisnis Corporasi. *Of Management*, 3(2), 263–274.
- Nabila, Z., Rahman Isnain, A., & Abidin, Z. (2021). Analisis Data Mining Untuk Clustering Kasus Covid-19 Di Provinsi Lampung Dengan Algoritma K-Means. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTSI)*, 2(2), 100.
- Nagari, S. S., & Inayati, L. (2020). Implementation of Clustering Using K-Means Method To Determine Nutritional Status. *Jurnal Biometrika Dan Kependudukan*, 9(1), 62. <https://doi.org/10.20473/jbk.v9i1.2020.62-68>
- Prayoga, Y., Mahmudi, A., & Zulfia Zahro', H. (2021). Penerapan Metode K Means Pada Sistem Informasi Akademik Untuk Pengelompokkan Siswa Berprestasi Di Upt Sma Negeri 3 Kota Pasuruan Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(2), 822–828. <https://doi.org/10.36040/jati.v5i2.3740>
- Rohmah, A., Sembiring, F., & ... (2021). Implementasi Algoritma K-Means Clustering Analysis Untuk Menentukan Hambatan Pembelajaran Daring (Studi Kasus: Smk Yaspim *Sistem Informasi Dan ...*, 290–298.
- Saifuddin, M. F. (2018). E-Learning dalam Persepsi Mahasiswa. *Jurnal VARIDIKA*, 29(2), 102–109. <https://doi.org/10.23917/varidika.v29i2.5637>
- Siagian, E. R. (2020). Implementasi Metode Profile Matching untuk Penentuan Mahasiswa Berprestasi. *MEANS (Media Informasi Analisa Dan Sistem)*, 61–66. <https://doi.org/10.54367/means.v5i1.752>
- Sovia, R., Mandala, E. P. W., & Mardhiah, S. (2020). Algoritma K-Means dalam Pemilihan Siswa Berprestasi dan Metode SAW untuk Prediksi Penerima Beasiswa Berprestasi. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 6(2), 181. <https://doi.org/10.26418/jp.v6i2.37759>
- Sukono, M. (2020). . *Kata kunci: E-learning, media belajar, tantangan*. 110. 4(2), 110–124.
- Ubaydillah. (2019). Upaya Guru Dalam Menanamkan Soft Skill Dan Hard Skill Peserta Didik Dalam Pembelajaran Aqidah Akhlak Di Madrasah Aliyah Negeri 1 Malang. *Central Library Of Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Of Malang*, 1–213.
- Xia, D., Ning, F., & He, W. (2020). Research on Parallel Adaptive Canopy-K-Means Clustering Algorithm for Big Data Mining Based on Cloud Platform.

Journal of Grid Computing, 18(2), 263–273. <https://doi.org/10.1007/s10723-019-09504-z>

Zulfahmi, & Faradika. (2019). Copyright@2019 Prodi Sistem Informasi Universitas Dharma Andalas 30. *Januari*, 1(1).