

Penerapan K-Means Clustering Untuk Aplikasi Penentuan Prestasi Siswa (Studi kasus : SMP Tunas Karya Batang Kuis)

Application of K-Means Clustering for Student Achievement Determination Application (Case Study: Tunas Karya Batang Quiz Middle School)

Dhias Prihasty¹, Muhammad Fauzi²

^aProgram Studi Sistem Informasi Universitas Potensi Utama, Jl.K.L Yos Sudarso KM 6.5 Tj.Mulia, Medan, 20241, Indonesia

^bProgram Studi Sistem Informasi Universitas Potensi Utama, Jl.K.L Yos Sudarso KM 6.5 Tj.Mulia, Medan, 20241, Indonesia

E-mail: dhiasprihasty27@gmail.com

ABSTRAK

Penilaian prestasi siswa merupakan salah satu aspek penting dalam dunia pendidikan untuk mengevaluasi kualitas proses pembelajaran. Namun, pengelompokan data prestasi siswa secara manual sering kali memerlukan waktu dan rentan terhadap kesalahan dalam pengambilan keputusan. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma *K-Means Clustering* dalam pengelompokan data prestasi siswa pada SMP Tunas Karya Batang Kuis. Data yang digunakan berupa nilai akademik siswa yang kemudian dianalisis dan dikelompokkan ke dalam tiga kategori prestasi, yaitu tinggi, cukup, dan rendah. Proses pengolahan data dilakukan dengan beberapa tahap, mulai dari pengumpulan data, pra-pemrosesan, penentuan jumlah kluster (*k*), hingga penerapan algoritma *K-Means* untuk membentuk kelompok siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *K-Means Clustering* mampu mengelompokkan data siswa secara efektif sesuai dengan tingkat prestasinya. Penerapan metode ini diharapkan dapat membantu pihak sekolah dalam melakukan evaluasi, pembinaan, dan pengambilan keputusan yang lebih tepat terkait peningkatan mutu belajar siswa

Kata Kunci : *K-Means Clustering*, prestasi siswa, pengelompokan data, SMP Tunas Karya Batang Kuis.

ABSTRACT

*Student achievement assessment is an essential aspect of education to evaluate the quality of the learning process. However, manually grouping student achievement data often requires considerable time and is prone to errors in decision-making. This study aims to apply the K-Means Clustering algorithm to group student achievement data at SMP Tunas Karya Batang Kuis. The data used consist of students' academic scores, which are analyzed and grouped into three achievement categories: high, moderate, and low. The data processing stages include data collection, preprocessing, determining the number of clusters (*k*), and applying the K-Means algorithm to form student groups. The results show that the K-Means Clustering algorithm can effectively classify students based on their level of achievement. The implementation of this method is expected to assist the school in conducting evaluations, coaching, and making more accurate decisions to improve the quality of student learning.*

Keywords : *K-Means Clustering*, student achievement, data clustering, SMP Tunas Karya Batang Kuis.

Info Artikel:

Disubmit:

Direview:

Diterima :

Copyright © 2025 - senadimu. All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berbagai bidang, termasuk bidang pendidikan. Pemanfaatan teknologi dalam pengelolaan data sekolah kini menjadi hal yang penting untuk mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih efektif dan efisien. Salah satu bentuk data penting yang dimiliki sekolah yaitu dokumen yang memuat informasi lengkap mengenai identitas, riwayat akademik, serta prestasi siswa. Sekolah adalah lembaga pendidikan tinggi yang memfasilitasi pengajaran dan pembelajaran untuk memaksimalkan potensi setiap siswa. dalam mendidik orang-orang yang akan berperan penting bagi kemajuan dan kesejahteraan negara dan negara [1]. Menghargai siswa yang berprestasi dengan penghargaan merupakan salah satu cara untuk memacu semangat dan motivasi siswa lainnya.

Tingginya prestasi murid dan minimnya angka murid yang tidak berprestasi mencerminkan keunggulan sektor pendidikan. Sektor Pendidikan kini diharapkan mampu bersaing dengan memanfaatkan kemajuan SI/TI, yang dapat menunjang peningkatan daya saing dan menunjang operasional sehari-hari serta pengambilan keputusan strategis. Secara umum, keberhasilan murid dievaluasi berdasarkan evaluasi pelajaran teoritis dan praktis, serta kehadiran dan ketidakhadiran murid selama di dalam kelas.

Prestasi siswa dapat dilihat dari berbagai segi atau aspek yang mencerminkan keberhasilan mereka dalam menjalani pendidikan. Beberapa aspek yang umumnya digunakan untuk menilai prestasi siswa antara lain prestasi akademik, prestasi non akademik dan prestasi dalam pengembangan diri [2]. Penentuan prestasi siswa dinilai dari segi Penilaian dibagi menjadi tiga kategori yaitu pengetahuan, bakat, dan sikap. Pengajar menilai semua murid yang mengikuti pelajaran yang diberikan guna mengevaluasi dan menganalisis prestasi belajar murid.

Penentuan prestasi siswa pada SMP Tunas Karya Batang Kuis di nilai hanya berdasarkan prestasi akademik saja tanpa mempertimbangkan prestasi non akademik siswa khususnya pada kelas VIII. Prestasi akademik tersebut adalah Salah satu cara utama untuk mengukur prestasi akademik siswa adalah melalui nilai ujian atau tes yang mereka peroleh. Ini mencakup ujian tengah semester (UTS), ujian akhir semester (UAS), ujian nasional, atau ujian standar lainnya. Sementara siswa/i pada SMP Tunas Karya Batang Kuis mengikuti kegiatan diluar akademik sekolah seperti Siswa yang terlibat dalam organisasi atau kegiatan ekstra kurikuler, seperti menjadi ketua kelas, ketua OSIS, atau pemimpin dalam kegiatan lain, menunjukkan kemampuan kepemimpinan yang penting dan Keterlibatan siswa dalam kegiatan ekstrakurikuler, seperti olahraga, seni, atau klub ilmiah, dapat menjadi indikator prestasi non-akademik. Keberhasilan dalam kompetisi ekstrakurikuler menunjukkan prestasi siswa dalam bidang tertentu. Hal ini menjadi permasalahan bagi guru maupun wali kelas yaitu bagaimana cara menentukan tingkat prestasi murid yang rendah, cukup, dan tinggi untuk meningkatkan prestasi maupun memotivasi murid. Kendala lain yang terjadi pada SMP Tunas Karya Batang Kuis dalam penentuan kategori prestasi siswa adalah Proses penentuan prestasi siswa pada SMP Tunas Karya Batang Kuis hanya dinilai berdasarkan prestasi akademik saja dan tidak menggunakan metode data mining dan SMP Tunas Karya Batang Kuis kesulitan dalam melakukan evaluasi prestasi siswa.

Data mining merupakan teknik untuk mengungkap tautan, pattern, dan tren baru dengan memfilter kumpulan banyak data yang disimpan di penyimpanan dan menerapkan teknik pengenalan pattern seperti prosedur statistik dan matematik. K-Means adalah algoritma data mining yang dapat digunakan untuk mengelompokkan/mengklasterkan data yang sangat besar atau bertumpuk yang dapat ditangani dengan salah satu dari beberapa cara, termasuk *Clustering* [3]

Fokus pada penelitian ini adalah pada pengelompokan murid berdasarkan nilai mata pelajaran dan absensi menjadi kategori tinggi, cukup, dan rendah menggunakan metode K-Means *Clustering*. Dengan perkembangan teknologi ini dapat memberikan solusi yang efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah algoritma *K-Means Clustering*, yang mampu mengelompokkan data berdasarkan kemiripan tertentu. Dengan algoritma ini, siswa dapat dikelompokkan ke dalam kategori seperti Berprestasi Tinggi, Sedang, dan Rendah, berdasarkan data seperti nilai akademik, kehadiran, dan partisipasi ekstrakurikuler.

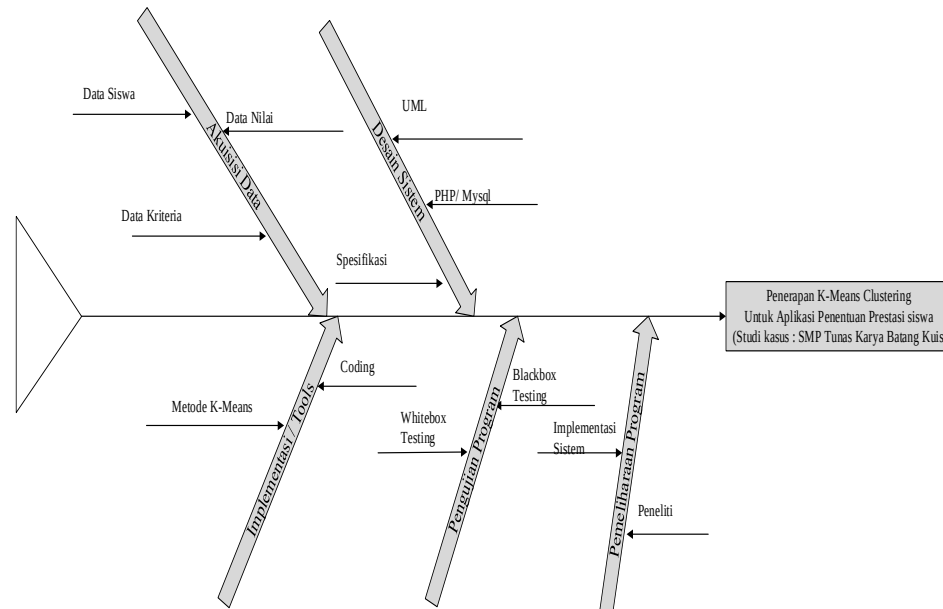
Namun, dalam penerapan metode K-Means terdapat kendala dalam menentukan jumlah cluster (K) yang paling optimal. Penentuan jumlah cluster yang kurang tepat dapat menghasilkan pengelompokan yang tidak sesuai dengan kondisi nyata. Oleh karena itu, digunakanlah metode evaluasi Elbow untuk menentukan jumlah cluster yang optimal. Teknik Elbow membantu mengidentifikasi titik terbaik jumlah cluster dengan memperhatikan nilai *Within-Cluster Sum of Squares* (WCSS), sehingga hasil clustering lebih akurat dan dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan.

Dengan penerapan metode K-Means Clustering yang didukung teknik evaluasi Elbow, diharapkan penentuan prestasi siswa di SMP Tunas Karya Batang Kuis dapat dimanfaatkan secara maksimal. Hasil pengelompokan ini akan membantu pihak sekolah dalam memahami distribusi prestasi siswa, memberikan perhatian khusus kepada siswa yang membutuhkan, serta memotivasi

siswa berprestasi tinggi agar semakin berkembang. Selain itu, sistem ini dapat menjadi sarana bagi pihak sekolah dalam meningkatkan kualitas manajemen akademik dan mutu pendidikan secara keseluruhan.

2. METODE

Adapun tahapan - tahapan pada penelitian penulis ini dapat dilihat pada bagan alur penelitian di bawah:



Gambar 1. Kerangka Fishbone

Dalam pengembangannya metode kerangka *fishbone* memiliki beberapa tahapan yaitu : *requirement* (analisis kebutuhan), *design sistem* (*system design*), *coding*, pengujian program, pemeliharaan sistem:

1. Akuisisi Data

Menganalisa kebutuhan sistem yang sudah ada dan menambahkan sistem yang baru dalam perancangan bila ternyata dibutuhkan. Data yang diperlukan dalam analisa ini adalah data prestasi siswa.

2. Desain Sistem

Pada tahap ini dilakukan penentuan spesifikasi komputer, melakukan proses *design interface* dengan menggunakan PHP dan database MySQL dan perancangan sistem menggunakan pemodelan *Unified Modelling Language* (UML) yaitu *use case diagram*, *class diagram*, *activity diagram* dan *sequence diagram*. Desain sistem pada aplikasi menggunakan pemrograman berbasis web. Adapun spesifikasi kebutuhan dari sistem yang akan dibangun adalah sebagai berikut :

a. Spesifikasi Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras yang dibutuhkan adalah:

- 1) *Processor Intel Celeron CPU B815 1.60 GHz*
- 2) *Ram 4GB*
- 3) *Hardisk 500 GB*

b. Spesifikasi Perangkat Lunak

Adapun spesifikasi perangkat lunak yang dibutuhkan yaitu:

- 1) *Sistem operasi Windows 8*
- 2) *Web Server XAMPP-PHP-MySQL*

3. Implementasi Program

Pada tahapan ini peneliti memilih metode K-means dalam penentuan kategori prestasi siswa menggunakan *coding* PHP dan database Mysql.

4. Pengujian Program

Dalam tahap ini dilakukan proses pengujian sistem yang telah dibangun apakah hasil penentuan kategori prestasi siswa yang dihasilkan sudah sesuai baik itu dengan menggunakan metode *K-Means*. Pengujian lain dilakukan adalah pengujian *black box testing* dan *whitebox testing*.

5. Pemeliharaan Program

Perangkat lunak yang susah disampaikan kepada pelanggan pasti akan mengalami perubahan. Perubahan tersebut bisa karena mengalami kesalahan karena perangkat lunak harus menyesuaikan dengan lingkungan baru.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pembahasan

K-Means adalah algoritma clustering yang digunakan untuk mengelompokkan siswa berdasarkan kesamaan karakteristik tertentu. K-Means dapat membantu dalam pengelompokan prestasi siswa untuk berbagai keperluan analisis dan kebijakan pendidikan.

1. Pengelompokan Siswa Berdasarkan Nilai Akademik

Algoritma K-Means dapat digunakan untuk membagi siswa ke dalam beberapa kategori prestasi akademik, seperti kategori prestasi tinggi, rendah dan cukup. Dengan pengelompokan ini, sekolah dapat lebih mudah mengidentifikasi siswa yang membutuhkan perhatian lebih atau yang berprestasi tinggi.

2. Identifikasi Tren Prestasi Siswa

K-Means dapat membantu sekolah untuk melihat pola perubahan prestasi siswa dari waktu ke waktu. Misalnya, apakah ada kecenderungan siswa yang awalnya berada di kelompok "Kurang" bisa naik ke "Baik" atau "Sangat Baik"? Dengan informasi ini, sekolah bisa menyesuaikan strategi pembelajaran untuk meningkatkan prestasi siswa.

3. Membantu Sekolah dalam Penentuan Beasiswa atau Penghargaan

Sekolah bisa menggunakan hasil clustering K-Means untuk menentukan siswa yang berhak mendapatkan beasiswa, penghargaan, atau apresiasi berdasarkan kelompok prestasi mereka. Misalnya, siswa yang masuk kategori "Sangat Baik" bisa mendapatkan sertifikat penghargaan, sementara siswa di kategori "Kurang" bisa mendapat program bimbingan tambahan.

4. Pemetaan Prestasi Berdasarkan Mata Pelajaran

Selain nilai rata-rata, K-Means juga dapat digunakan untuk mengelompokkan siswa berdasarkan nilai pada mata pelajaran tertentu. Misalnya, beberapa siswa mungkin unggul dalam Matematika, tetapi kurang dalam Bahasa Inggris. Dengan demikian, sekolah bisa mendesain program remedial atau pelatihan tambahan untuk mata pelajaran tertentu.

5. Monitoring Siswa dengan Prestasi Rendah untuk Intervensi Dini

Jika ada siswa yang selalu berada di kelompok prestasi rendah (berdasarkan clustering K-Means), guru atau wali kelas bisa melakukan intervensi dini dengan mengadakan bimbingan atau konsultasi dengan orang tua. Ini bisa mencegah siswa mengalami penurunan prestasi lebih lanjut dan membantu mereka meningkatkan hasil akademik mereka.

6. Pengambilan Keputusan dalam Pembagian Kelas atau Program Khusus

K-Means dapat digunakan untuk membantu sekolah dalam membagi siswa ke dalam kelas atau program khusus berdasarkan tingkat prestasi mereka. Misalnya, sekolah bisa membuat kelas akselerasi bagi siswa dengan prestasi tinggi atau kelas pendampingan khusus bagi siswa dengan prestasi rendah.

Dapat dilihat bahwa dataset yang ada masih terlihat berantakan, sehingga diperlukan pengolahan lagi pada dataset. Dimana data yang telah diolah dapat digunakan untuk menyelesaikan penentuan prestasi siswa.

1. Agama
Nilai agama untuk siswa/i pada tiap semesternya.
2. Nilai Pancasila Dan Kewarganegaraan
Merupakan nilai yang diajarkan dalam mata pelajaran Pancasila dan Kewarganegaraan (PPKn) yang bertujuan untuk menanamkan pemahaman tentang dasar negara (Pancasila) dan kewajiban sebagai warga negara yang baik, termasuk hak dan kewajiban dalam kehidupan berbangsa dan bernegara.
3. Nilai B.Indo
Merupakan nilai yang diperoleh siswa dalam mata pelajaran Bahasa Indonesia, yang mencakup kemampuan berbahasa, seperti membaca, menulis, berbicara, dan mendengarkan, serta memahami sastra Indonesia.
4. Nilai Matematika
Merupakan penilaian terhadap pemahaman dan keterampilan siswa dalam bidang matematika.
5. Nilai Sejarah
Nilai yang diberikan pada mata pelajaran Sejarah yang meliputi pemahaman siswa tentang peristiwa sejarah, tokoh penting, serta pengaruh sejarah terhadap kehidupan masyarakat dan bangsa.
6. Nilai B.Ingggris
Penilaian yang diberikan dalam mata pelajaran Bahasa Inggris, yang mengukur kemampuan siswa dalam berbicara, mendengarkan, membaca, dan menulis dalam bahasa Inggris.
7. Nilai Seni Budaya
Nilai yang diperoleh siswa dalam mata pelajaran Seni Budaya, yang mencakup berbagai aspek seni dan budaya, seperti seni rupa, musik, tari, teater, dan pelestarian budaya.
8. Nilai Sejarah
Ini merujuk pada data nilai mata pelajaran Sejarah yang sama dengan poin sebelumnya.
9. Nilai Biologi
Penilaian yang diberikan pada mata pelajaran Biologi yang mencakup pemahaman tentang kehidupan, organisme, ekosistem, genetika, dan lainnya.
10. Absensi
Data absensi adalah catatan kehadiran atau ketidakhadiran seorang siswa selama proses pembelajaran. Ini biasanya mencakup tanggal dan status kehadiran, apakah hadir, sakit, izin, atau tanpa keterangan.
11. UTS
UTS adalah ujian yang dilaksanakan pada pertengahan semester untuk mengukur pemahaman siswa terhadap materi yang telah dipelajari hingga saat itu. Nilai UTS biasanya digunakan untuk penilaian sementara sebelum UAS.
12. UAS
UAS adalah ujian yang diadakan pada akhir semester untuk menilai pemahaman siswa terhadap seluruh materi yang diajarkan selama satu semester. Hasil UAS biasanya mempengaruhi nilai akhir untuk semester tersebut.
13. Non akademik seperti kegiatan ekstrakurikuler seperti pramuka, olahraga, seni music
Kegiatan ekstrakurikuler adalah aktivitas yang dilakukan di luar jam pelajaran formal di sekolah, seperti pramuka, olahraga, seni musik, dan lainnya. Kegiatan ini mendukung perkembangan keterampilan sosial, fisik, dan kreatif siswa, serta dapat memengaruhi nilai non-akademik siswa.
Pada penelitian ini digunakan algoritma k-Means yang berfungsi untuk mendapatkan kategori prestasi siswa berdasarkan banyaknya jumlah yang siswa.
Selanjutnya pemilihan klaster dari dataset yang ada untuk penentuan centroid secara acak/random sebagai awal perhitungan untuk menentukan kedekatan jarak antara data dan pusat cluster. Memilih secara acak k buah data sebagai pusat pengelompokan (cluster). Penentuan centroid secara acak/random dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sample Centroid

C1	Tinggi	87	89	87	80	87	92	90	94	4	90	95	85	92	91	85
C2	Cukup	80	87	72	72	80	80	83	87	6	79	82	80	81	84	85
C3	Rendah	87	80	72	70	72	78	77	82	7	75	80	76	80	79	85

ITERASI 1

Abdillah Maulana

Cluster 1

$$d1 = \sqrt{(70-87)^2 + (80-89)^2 + (72-87)^2 + (87-80)^2 + (72-87)^2 + (88-92)^2 + (85-90)^2 + (91-94)^2 + (5-4)^2 + (85-90)^2 + (90-95)^2 + (80-85)^2 + (87-92)^2 + (88-91)^2 + (90-85)^2}$$

$$= 34.47$$

Cluster 2

$$d1 = \sqrt{(70-80)^2 + (80-87)^2 + (72-72)^2 + (87-72)^2 + (72-80)^2 + (88-83)^2 + (85-87)^2 + (91-94)^2 + (5-6)^2 + (85-79)^2 + (90-82)^2 + (80-80)^2 + (87-81)^2 + (88-84)^2 + (90-85)^2}$$

$$= 26.46$$

Cluster 3

$$d1 = \sqrt{(70-87)^2 + (80-80)^2 + (72-72)^2 + (87-70)^2 + (72-72)^2 + (88-78)^2 + (85-87)^2 + (91-82)^2 + (5-7)^2 + (85-75)^2 + (90-80)^2 + (80-76)^2 + (87-80)^2 + (88-79)^2 + (90-85)^2}$$

$$= 34.61 \text{ dan seterusnya}$$

Maka diperoleh hasil perhitungan untuk Cluster Pasa Iterasi -1

Tabel 2. Hasil Iterasi 1

No	Nama	C1	C2	C3	Jarak	Cluster
1	Abdillah Maulana	32,47	26,46	34,61	26,46	C2
2	Abdul Wahab	38,24	25,96	22,80	22,80	C3
3	Adek Arya Prasetya	23,04	30,94	37,91	23,04	C1
4	Adelia Natasya	44,14	21,82	24,25	21,82	C2
5	Adelina Putri Yasmin	27,50	23,41	29,05	23,41	C2
6	Aisyatun Rodiyah	23,13	34,83	43,09	23,13	C1
7	Aizka Nabila Ramadhani	57,96	33,51	20,52	20,52	C3
8	Ajeng Retno Anggriani	31,78	22,72	24,12	22,72	C2
9	Alfath Zakaria	48,70	26,61	22,63	22,63	C3
10	Alfina Febrianti	32,76	7,00	21,33	7,00	C2
11	Alya Annisa Galis	25,02	26,53	34,44	25,02	C1
175	Siti Holida Siregar	16,03	31,26	40,41	16,03	C1

No	Nama	C1	C2	C3	Jarak	Cluster
176	Siti Mutia	44,49	22,83	19,77	19,77	C3
177	Sumiati	31,72	21,63	24,37	21,63	C2
178	Sutrisno Aldi	14,56	39,85	50,00	14,56	C1
179	Tamara Johanna Hutabarat	14,93	38,77	48,59	14,93	C1
180	Tasya Putri Anisa	55,51	29,27	21,05	21,05	C3

Setelah semua data ditempatkan ke dalam cluster yang terdekat, kemudian hitung kembali pusat cluster yang baru berdasarkan rata-rata anggota yang ada pada cluster tersebut sehingga mendapatkan hasil perhitungan centroid baru yang akan digunakan untuk iterasi berikutnya. Pada cluster 1 terdapat 80 data, cluster 2 sebanyak 61 data, dan cluster 3 sebanyak 39 data.

Dimana nilai rata-ratanya dapat dilihat pada dibawah ini:

C1	81,04	80,48	80,76	81,45	79,80	90,24	90,28	92,83	4,79	88,66	91,59	88,46	91,26	90,19	88,56
C2	79,00	81,30	77,21	80,72	79,69	82,36	81,20	84,82	6,33	80,84	84,00	81,03	83,48	82,51	83,33
C3	80,46	77,77	78,26	78,41	76,38	77,51	74,72	80,64	7,46	75,87	79,00	74,69	77,95	77,67	82,49

ITERASI 2

Abdillah Maulana

Cluster 1

d1=

$$\sqrt{(70 - 81.04)^2 + (80 - 80.48)^2 + (72 - 80.76)^2 + (87 - 81.45)^2 + (72 - 79.80)^2 + (88 - 90.24)^2 + (85 - 90.28)^2 + (91 - 92.83)^2 + (5 - 4.79)^2 + (85 - 86.66)^2 + (90 - 91.59)^2 + (80 - 88.46)^2 + (87 - 91.26)^2 + (88 - 90.19)^2 + (90 - 88.56)^2}$$

= 20.96

Cluster 2

$$d1 = \sqrt{(70 - 79)^2 + (80 - 81.3)^2 + (72 - 77.21)^2 + (87 - 80.72)^2 + (72 - 72.69)^2 + (88 - 82.36)^2 + (85 - 81.20)^2 + (91 - 84.82)^2 + (5 - 6.33)^2 + (85 - 80.84)^2 + (90 - 84)^2 + (80 - 81.03)^2 + (87 - 83.49)^2 + (88 - 82.51)^2 + (90 - 83.33)^2}$$

= 20.88

Cluster 3

$$d1 = \sqrt{(70 - 87)^2 + (80 - 80)^2 + (72 - 72)^2 + (87 - 70)^2 + (72 - 72)^2 + (88 - 78)^2 + (85 - 87)^2 + (91 - 82)^2 + (5 - 7)^2 + (85 - 75)^2 + (90 - 80)^2 + (80 - 76)^2 + (87 - 80)^2 + (88 - 79)^2 + (90 - 85)^2}$$

= 32.45 dan seterusnya

Maka diperoleh hasil perhitungan untuk Cluster Pasa Iterasi -2

Tabel 3. Hasil Iterasi 2

No	Nama	C1	C2	C3	Jarak	Cluster
1	Abdillah Maulana	20,96	20,88	32,45	20,88	C2
2	Abdul Wahab	31,18	17,21	16,30	16,30	C3
3	Adek Arya Prasetya	14,83	27,94	41,06	14,83	C1

No	Nama	C1	C2	C3	Jarak	Cluster
4	Adelia Natasya	36,56	20,09	19,94	19,94	C3
5	Adelina Putri Yasmin	18,62	24,29	35,18	18,62	C1
6	Aisyatun Rodiyah	17,32	33,33	47,10	17,32	C1
7	Aizka Nabila Ramadhani	51,69	31,71	18,13	18,13	C3
8	Ajeng Retno Anggriani	24,28	16,34	24,58	16,34	C2
9	Alfath Zakaria	45,71	25,00	17,57	17,57	C3
10	Alfina Febrianti	29,46	14,95	22,32	14,95	C2
175	Siti Holida Siregar	15,16	24,19	37,41	15,16	C1
176	Siti Mutia	38,60	16,45	8,36	8,36	C3
177	Sumiati	27,14	10,81	17,94	10,81	C2
178	Sutrisno Aldi	19,59	34,43	48,42	19,59	C1
179	Tamara Johanna Hutabarat	17,64	32,66	46,27	17,64	C1
180	Tasya Putri Anisa	48,31	26,89	13,05	13,05	C3

Setelah semua data ditempatkan ke dalam cluster yang terdekat, kemudian hitung kembali pusat cluster yang baru berdasarkan rata-rata anggota yang ada pada cluster tersebut sehingga mendapatkan hasil perhitungan centroid baru yang akan digunakan untuk iterasi berikutnya. Pada cluster 1 terdapat 80 data, cluster 2 sebanyak 61 data, dan cluster 3 sebanyak 39 data.

Dimana nilai rata-ratanya dapat dilihat pada dibawah ini:

C1	80,88	80,43	79,85	80,86	79,33	90,01	90,22	92,64	4,83	88,42	91,35	88,35	91,09	90,02	88,30
C2	81,24	81,18	78,06	80,82	79,74	82,52	80,80	84,38	6,30	81,00	84,12	80,94	83,38	82,72	82,72
C3	77,64	78,40	78,40	79,55	77,52	76,64	74,05	80,33	7,62	75,05	78,26	74,07	77,33	76,64	82,83

ITERASI 3

Abdillah Maulana

Cluster 1

d1=

$$d1 = \sqrt{(70 - 80.88)^2 + (80 - 80.43)^2 + (72 - 79.85)^2 + (87 - 80.86)^2 + (72 - 79.33)^2 + (88 - 90.01)^2 + (85 - 90.22)^2 + (91 - 92.64)^2 + (5 - 4.83)^2 + (85 - 88.42)^2 + (90 - 91.35)^2 + (80 - 88.35)^2 + (87 - 91.09)^2 + (88 - 90.02)^2 + (90 - 88.30)^2}$$

$$= 20.31$$

Cluster 2

$$d1 = \sqrt{(70 - 79)^2 + (80 - 81.3)^2 + (72 - 77.21)^2 + (87 - 80.72)^2 + (72 - 72.69)^2 + (88 - 82.36)^2 + (85 - 81.20)^2 + (91 - 84.82)^2 + (5 - 6.33)^2 + (85 - 80.84)^2 + (90 - 84)^2 + (80 - 81.03)^2 + (87 - 83.49)^2 + (88 - 82.51)^2 + (90 - 83.33)^2}$$

$$= 22.39$$

Cluster 3

$$d1 = \sqrt{(70-87)^2 + (80-80)^2 + (72-72)^2 + (87-70)^2 + (72-72)^2 + (88-78)^2 + (85-87)^2 + (91-82)^2 + (5-7)^2 + (85-75)^2 + (90-80)^2 + (80-76)^2 + (87-80)^2 + (88-79)^2 + (90-85)^2}$$

= 33.22 dan seterusnya

Maka diperoleh hasil perhitungan untuk Cluster Pasa Iterasi -3

Tabel 4. Hasil Iterasi 3

No	Nama	C1	C2	C3	Jarak	Cluster
1	Abdillah Maulana	20,31	22,39	33,22	20,31	C1
2	Abdul Wahab	30,77	16,61	18,21	16,61	C2
3	Adek Arya Prasetya	14,14	27,72	43,60	14,14	C1
4	Adelia Natasya	35,82	21,21	19,84	19,84	C3
5	Adelina Putri Yasmin	17,57	24,18	37,95	17,57	C1
6	Aisyatun Rodiyah	16,96	33,17	49,48	16,96	C1
7	Aizka Nabila Ramadhani	51,01	31,16	19,07	19,07	C3
8	Ajeng Retno Anggriani	23,64	15,45	27,07	15,45	C2
9	Alfath Zakaria	45,19	24,46	17,33	17,33	C3
10	Alfina Febrianti	28,69	15,58	23,30	15,58	C2
175	Siti Holida Siregar	15,95	23,62	38,81	15,95	C1
176	Siti Mutia	37,97	16,40	8,45	8,45	C3
177	Sumiati	26,72	9,18	19,78	9,18	C2
178	Sutrisno Aldi	20,59	33,82	49,97	20,59	C1
179	Tamara Johanna Hutabarat	18,78	32,03	47,81	18,78	C1
180	Tasya Putri Anisa	47,61	27,34	11,41	11,41	C3

Setelah semua data ditempatkan ke dalam cluster yang terdekat, kemudian hitung kembali pusat cluster yang baru berdasarkan rata-rata anggota yang ada pada cluster tersebut sehingga mendapatkan hasil perhitungan centroid baru yang akan digunakan untuk iterasi berikutnya.

Hasil Iterasi 4

Tabel 5. Hasil Iterasi 4

No	Nama	C1	C2	C3	Jarak	Cluster
1	Abdillah Maulana	20,08	22,86	33,81	20,08	C1
2	Abdul Wahab	30,67	16,12	19,13	16,12	C2

No	Nama	C1	C2	C3	Jarak	Cluster
3	Adek Arya Prasetya	14,11	27,88	44,46	14,11	C1
4	Adelia Natasya	35,71	21,16	20,09	20,09	C3
5	Adelina Putri Yasmin	17,55	24,23	38,76	17,55	C1
6	Aisyatun Rodiyah	16,99	33,44	50,24	16,99	C1
7	Aizka Nabila Ramadhani	50,89	30,70	19,21	19,21	C3
8	Ajeng Retno Anggriani	23,52	15,38	27,90	15,38	C2
9	Alfath Zakaria	45,07	24,41	17,05	17,05	C3
10	Alfina Febrianti	28,62	15,94	23,50	15,94	C2
175	Siti Holida Siregar	15,96	24,01	39,38	15,96	C1
176	Siti Mutia	37,84	16,02	9,12	9,12	C3
177	Sumiati	26,63	8,83	20,58	8,83	C2
178	Sutrisno Aldi	20,69	34,23	50,52	20,69	C1
179	Tamara Johanna Hutabarat	18,89	32,38	48,40	18,89	C1
180	Tasya Putri Anisa	47,48	27,03	11,19	11,19	C3

Setelah semua data ditempatkan ke dalam cluster yang terdekat, kemudian hitung kembali pusat cluster yang baru berdasarkan rata-rata anggota yang ada pada cluster tersebut sehingga mendapatkan hasil perhitungan centroid baru yang akan digunakan untuk iterasi berikutnya.

Hasil Iterasi 5

Tabel 6. Hasil Iterasi 5

No	Nama	C1	C2	C3	Jarak	Cluster
1	Abdillah Maulana	20,08	22,71	34,01	20,08	C1
2	Abdul Wahab	30,67	16,16	19,22	16,16	C2
3	Adek Arya Prasetya	14,11	27,75	44,62	14,11	C1
4	Adelia Natasya	35,71	21,11	20,28	20,28	C3
5	Adelina Putri Yasmin	17,55	24,17	38,87	17,55	C1
6	Aisyatun Rodiyah	16,99	33,35	50,37	16,99	C1
7	Aizka Nabila Ramadhani	50,89	30,70	19,34	19,34	C3
8	Ajeng Retno Anggriani	23,52	15,21	28,11	15,21	C2
9	Alfath Zakaria	45,07	24,48	17,05	17,05	C3
10	Alfina Febrianti	28,62	16,03	23,52	16,03	C2

No	Nama	C1	C2	C3	Jarak	Cluster
175	Siti Holida Siregar	15,96	23,97	39,47	15,96	C1
176	Siti Mutia	37,84	16,02	9,37	9,37	C3
177	Sumiati	26,63	8,80	20,72	8,80	C2
178	Sutrisno Aldi	20,69	34,17	50,62	20,69	C1
179	Tamara Johanna Hutabarat	18,89	32,32	48,50	18,89	C1
180	Tasya Putri Anisa	47,48	27,08	11,29	11,29	C3

Setelah melakukan iterasi 4 dan iterasi 5 tidak ada perubahan, maka proses penngelompokan di hentikan. Dari hasil iterasi 5 diperoleh 89 Siswa kategori pretasi siswa tinggi, 51 siswa kategori pretasi siswa cukup dan 40 siswa kategori pretasi siswa rendah. Berikut ini merupakan hasil untuk kategori tinggi:

Tabel 7 Kategori Prestasi Tinggi

No	Nama	C1	C2	C3	Jarak	Cluster
1	Abdillah Maulana	20,08	22,71	34,01	20,08	C1
2	Adek Arya Prasetya	14,11	27,75	44,62	14,11	C1
3	Adelina Putri Yasmin	17,55	24,17	38,87	17,55	C1
4	Aisyatun Rodiyah	16,99	33,35	50,37	16,99	C1
5	Alya Annisa Galis	17,43	23,85	39,40	17,43	C1
6	Amanah Tahara	20,17	23,92	37,04	20,17	C1
7	Amelia Saiputri	15,42	31,53	47,75	15,42	C1
8	Anggi Aulia Hafnizah Karno	17,91	20,39	34,06	17,91	C1
9	Aning Diah Pratiwi	13,54	29,71	45,79	13,54	C1
10	Anju Sihombing	15,73	29,33	45,82	15,73	C1
84	Sella Alfiana	15,17	23,23	39,63	15,17	C1
85	Sellina Tanoto	26,35	39,67	55,74	26,35	C1
86	Sherly	16,07	28,61	44,96	16,07	C1
87	Siti Holida Siregar	15,96	23,97	39,47	15,96	C1
88	Sutrisno Aldi	20,69	34,17	50,62	20,69	C1
89	Tamara Johanna Hutabarat	18,89	32,32	48,50	18,89	C1

Berikut ini merupakan hasil untuk kategori Cukup:

Tabel 8. Kategori Prestasi Cukup

No	Nama	C1	C2	C3	Jarak	Cluster
1	Abdul Wahab	30,67	16,16	19,22	16,16	C2
2	Ajeng Retno Anggriani	23,52	15,21	28,11	15,21	C2
3	Alfina Febrianti	28,62	16,03	23,52	16,03	C2
4	Amanda Permata Putri	30,96	17,23	25,98	17,23	C2
5	Arini Bia Lestari	33,56	13,86	16,35	13,86	C2
6	Ayu Lestari	19,19	15,90	29,49	15,90	C2
7	Christian Sinaga	26,22	20,41	27,28	20,41	C2
8	Cindy Hardiana	32,20	15,96	22,16	15,96	C2
9	Della Miranda	29,72	12,76	20,63	12,76	C2
10	Deltiana Daya	33,72	15,85	16,64	15,85	C2
47	Sari Miranda Siregar	28,69	11,16	16,03	11,16	C2
48	Sela Ariani	32,14	11,66	14,27	11,66	C2
49	Shellvia Cuswita	28,65	10,68	18,27	10,68	C2
50	Siska Pratiwi	24,43	8,77	18,99	8,77	C2
51	Sumiati	26,63	8,80	20,72	8,80	C2

Berikut ini merupakan hasil untuk kategori rendah:

Tabel 9. Kategori Prestasi rendah

No	Nama	C1	C2	C3	Jarak	Cluster
1	Adelia Natasya	35,71	21,11	20,28	20,28	C3
2	Aizka Nabila Ramadhani	50,89	30,70	19,34	19,34	C3
3	Alfath Zakaria	45,07	24,48	17,05	17,05	C3
4	Anggi Permata Saputri	36,56	19,42	15,14	15,14	C3
5	Anisa Wulandari	48,70	29,79	17,80	17,80	C3
6	Anugrah Arianda	42,88	22,41	14,09	14,09	C3
7	Ayuni Syahputri	36,88	19,91	16,06	16,06	C3
8	Dharma Winda Nurvira	50,17	29,88	16,45	16,45	C3
9	Dina Karinda Masri	44,55	23,81	11,55	11,55	C3
10	Diva Ayu Alfina	38,89	18,59	12,54	12,54	C3

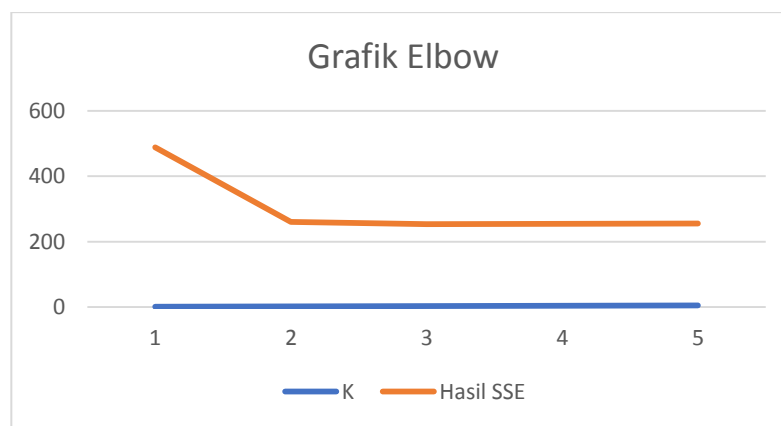
No	Nama	C1	C2	C3	Jarak	Cluster
36	Selfiana Talunohi	43,26	23,08	11,93	11,93	C3
37	Sendi Wahyu Riswanda Damanik	50,33	29,99	14,77	14,77	C3
38	Sindy Ayu Ningsih	45,17	25,53	11,99	11,99	C3
39	Siti Mutia	37,84	16,02	9,37	9,37	C3

Tahapan ini melibatkan penilaian kinerja pola yang dihasilkan oleh algoritma. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan Teknik evaluasi elbow. Metode elbow merupakan suatu metode penentuan jumlah klaster yang ideal dengan upaya menyesuaikan tingkatan klaster sehingga terbentuk siku pada titik tertentu. Maka dilakukanlah pengujian dengan menginputkan jarak rata-rata (Avg Distance). Avg Distance merupakan jarak rata-rata antara setiap titik K. Kemudian terbentuklah grafik Avg Distance yang memperlihatkan titik/garis yang membentuk siku. Maka dari itu dapat dilihat semakin besar titik sudut maka semakin tinggi pula akurasi dalam menentukan jumlah K pada K-Means Clustering

Tabel 10. Hasil SSE

K	Hasil SSE	Selisih
1	487.91	0
2	258.96	228.96
3	250.77	8.18
4	250.37	0.40
5	250.28	0.09

Dari hasil Tabel diatas, kemudian dilakukan metode optimasi menggunakan metode elbow untuk menentukan jumlah cluster terbaik. Berikut adalah hasil perhitungan SSE berdasarkan pengujian nilai k=1 sampai dengan k=5. Dari perhitungan SSE metode Elbow pada Tabel diatas, didapatkan nilai SSE yang memiliki selisih terbesar terdapat pada nilai k=2, sehingga jumlah cluster optimal yang dapat dibentuk sejumlah 3 cluster.



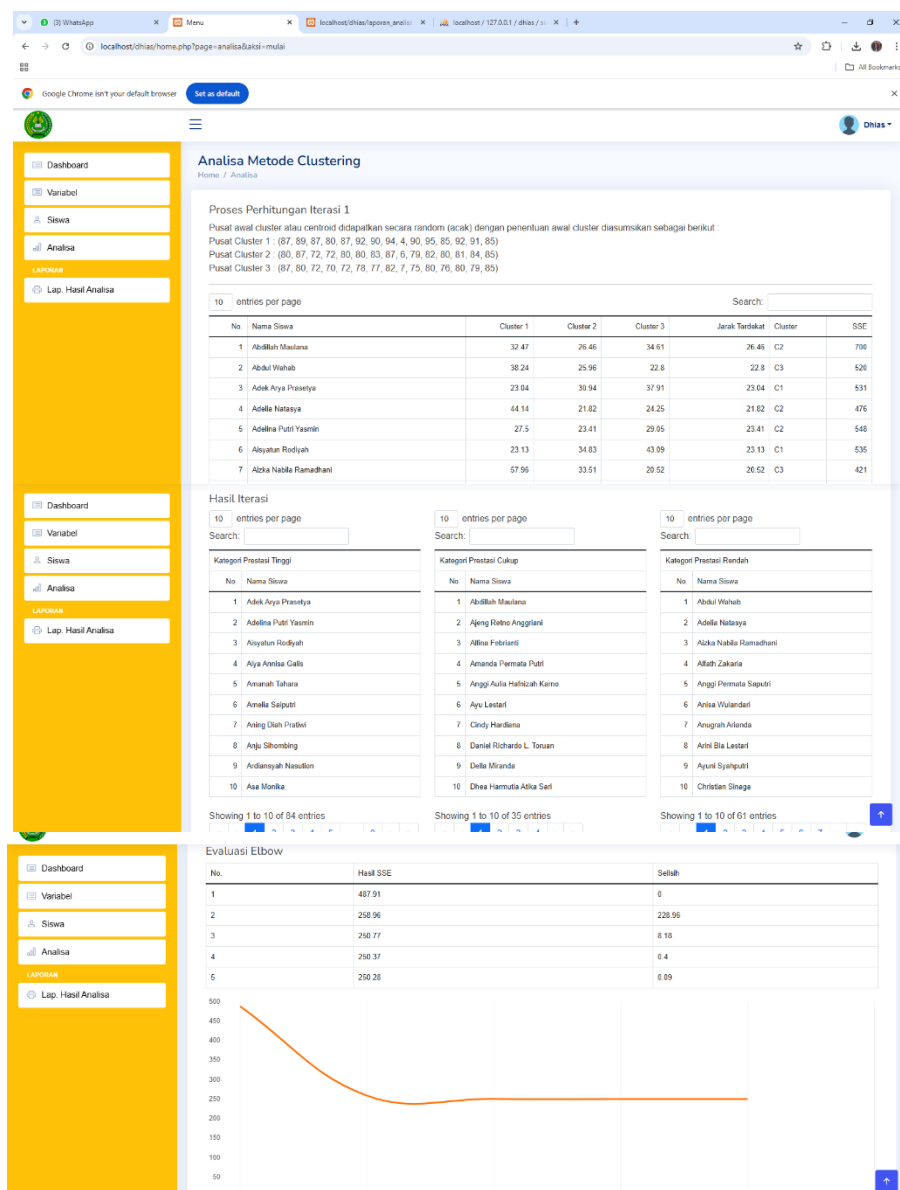
Gambar 2. Grafik SSE Metode Elbow

Dari grafik SSE metode Elbow pada Gambar diatas terlihat bahwa pada k=2 mengalami penurunan paling besar jika dibandingkan jumlah k yang lain. Jumlah cluster selain k=2 mengalami penurunan yang stabil. Maka dapat disimpulkan jumlah cluster optimal yang terbentuk sejumlah 3 cluster.

3.2. Hasil

1. Tampilan Form Analisa Metode

Tampilan ini merupakan tampilan *form* Analisa metode yang berfungsi untuk melakukan proses Analisa metode ditunjukkan pada gambar 3:

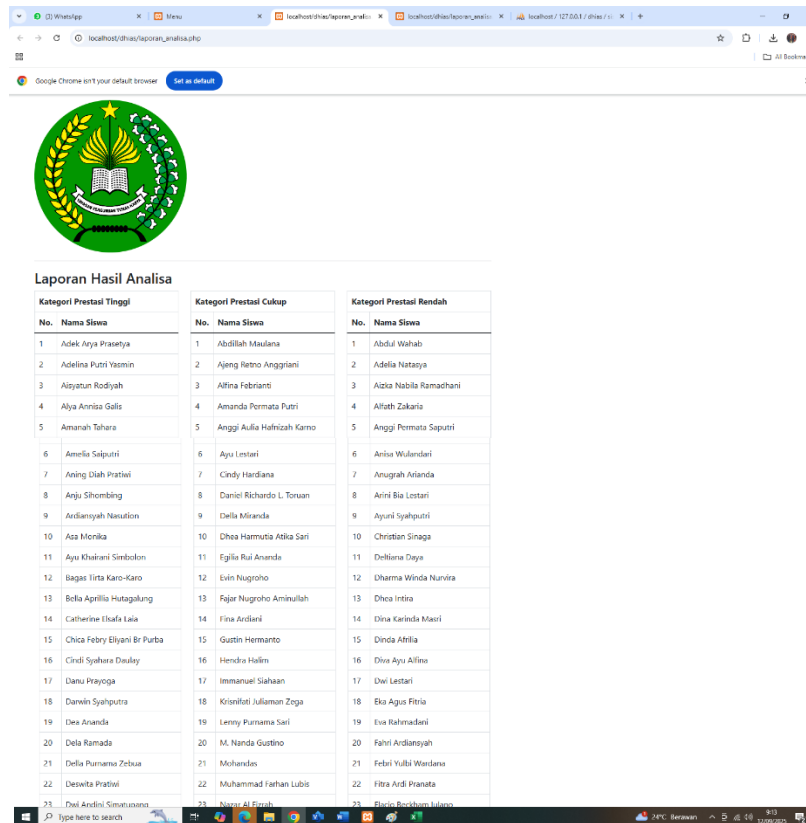


Gambar 3. Tampilan *Form* Analisa Metode

Gambar diatas menunjukkan proses Iterasi 1 dari metode Clustering. Sistem secara acak menentukan pusat cluster (centroid) awal. Kemudian, dihitung jarak setiap siswa ke masing-masing pusat cluster, dan ditentukan cluster terdekat (C1, C2, atau C3). Juga terlihat nilai SSE (Sum of Squared Errors) yang digunakan untuk evaluasi kinerja clustering. Selanjutnya adalah proses clustering, yakni Iterasi ke-2 iterasi 6. Dalam iterasi ini, pusat cluster diperbarui berdasarkan rata-rata nilai dari anggota cluster sebelumnya. Proses ini menunjukkan penyempurnaan pembagian cluster, hingga masing-masing siswa mendapatkan kategori cluster yang lebih akurat. Nilai SSE tetap ditampilkan untuk memantau perubahan dan efektivitas iterasi. Selanjutnya menunjukkan hasil dari metode Elbow untuk menentukan jumlah cluster yang optimal. Metode ini menggunakan nilai SSE pada berbagai jumlah cluster dan menampilkannya dalam bentuk grafik. Terlihat bahwa pada titik tertentu, penurunan SSE mulai melambat (elbow point), yang menjadi indikator jumlah cluster paling ideal. Dalam kasus ini, kemungkinan jumlah cluster optimal adalah 3.

2. Tampilan *Form* Laporan Hasil

Form ini menampilkan laporan data hasil, ketika *admin* memilih laporan pada option laporan hasil maka program akan menampilkan laporan hasil. Gambar tampilan *form* laporan hasil dapat pada gambar IV.6 :



Laporan Hasil Analisa

Kategori Prestasi Tinggi		Kategori Prestasi Cukup		Kategori Prestasi Rendah	
No.	Nama Siswa	No.	Nama Siswa	No.	Nama Siswa
1	Adel Arya Prasetya	1	Abdillah Maulana	1	Abdul Wahab
2	Adelina Putri Yamin	2	Ajeng Ratno Anggiani	2	Adella Natasya
3	Aisyatun Rodiyah	3	Affina Febrianti	3	Aizka Nabila Ramadhani
4	Alya Annisa Galis	4	Amanda Permata Putri	4	Alfath Zakaria
5	Amanah Tahara	5	Anggi Aulia Hafizah Karro	5	Anggi Permata Seputri
6	Ameria Seputri	6	Ayu Lestari	6	Anissa Wulandari
7	Aning Diah Pratiwi	7	Cindy Hardiana	7	Anugrah Arianda
8	Anju Sihombing	8	Daniel Richardo L. Toruan	8	Arini Ria Lestari
9	Ardiansyah Nasution	9	Della Miranda	9	Ayuni Syahputri
10	Asa Monika	10	Dhea Hammita Afika Sari	10	Christian Sinaga
11	Ayu Khairani Simbolon	11	Egilia Rul Ananda	11	Delliana Daya
12	Bagas Tirta Karo-Karo	12	Evin Nugroho	12	Dharma Winda Nurita
13	Bella Aprilia Hutagalung	13	Fajar Nugroho Aminullah	13	Dhea Intira
14	Catherine Elisafa Lala	14	Fina Ardian	14	Dina Karinda Masri
15	Chica Febry Eliyani Br Purba	15	Gustin Hermanto	15	Dinda Afrilia
16	Cindi Spahere Dewley	16	Hendra Hafid	16	Diva Ayu Alinea
17	Danu Prayoga	17	Immanuel Siahaan	17	Dwi Lestari
18	Damien Syahputra	18	Krisnati Juliaman Zega	18	Eko Agus Fitria
19	Dea Ananda	19	Lenny Purnama Sari	19	Eva Rahmadani
20	Dela Ramada	20	M. Nanda Gustinno	20	Fahri Ardiansyah
21	Della Purnama Zebua	21	Mohandes	21	Febri Yulbi Wardana
22	Deswita Pratiwi	22	Muhammad Fathan Lubis	22	Fitra Ardi Pranata
23	Dwi Andini Simanungkal	23	Negra Al Firdaus	23	Flavia Rochana Indira

Gambar 4. Tampilan *Form* Laporan Hasil

Gambar terakhir adalah Laporan Hasil Analisa yang menampilkan hasil akhir pengelompokan siswa berdasarkan hasil clustering. Siswa dikategorikan ke dalam tiga kelompok:

- Kategori Prestasi Tinggi
- Kategori Prestasi Cukup
- Kategori Prestasi Rendah

Laporan ini memberikan informasi yang sangat berguna bagi pihak sekolah dalam mengevaluasi kinerja siswa serta menyusun strategi pembelajaran yang lebih efektif sesuai dengan kelompok prestasinya.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian penulis, maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Algoritma K-Means berhasil mengelompokkan siswa berdasarkan prestasi ke dalam tiga kategori utama yaitu tinggi, cukup, dan rendah secara objektif dan otomatis, berdasarkan data akademik dan non-akademik.
2. Hasil ini membuktikan bahwa metode K-Means sangat efektif dan dapat diandalkan untuk membantu pihak sekolah dalam menganalisis kategori prestasi siswa berdasarkan prestasi pada SMP Tunas Karya Batang Kuis serta mendukung proses pengambilan keputusan seperti pemberian bimbingan atau penghargaan.

3. Penerapan metode K-means dalam penentuan kategori prestasi siswa dilakukan hingga iterasi 5 dan hasil evaluasi elbow untuk tiap iterasinya adalah 0, 228.96, 8.18, 0.4, 0.09 dan kemudian 0 maka hasil *Clustering* Untuk Menentukan Kategori Siswa Berdasarkan Prestasi Pada SMP Tunas Karya Batang Kuis diterapkan dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Potensi Utama yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Bahtiar, D., Kunci, K., Abstrak, :, Penerima, P., Dana, B., Desa, S., & Jaya, W. (2023). Pemetaan Penduduk Penerima Bantuan Sosial Desa Waru Jaya Menggunakan Algoritma K-Means Clustering. *Scientia Sacra: Jurnal Sains*, 3(2), 29–39. <http://pijarpemikiran.com/index.php/Scientia>
- [2] Filki, Y. (2022). Algoritma K-Means Clustering dalam Memprediksi Penerima Bantuan Langsung Tunai (BLT) Dana Desa. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 4, 166–171. <https://doi.org/10.37034/infec.v4i4.166>
- [3] Fitra Andikos, A. (2019). Perancangan Aplikasi Multimedia Interaktif Sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Hewan Pada Tk Islam Bakti 113 Koto Salak. (*Indonesia Jurnal Sakinah*) *Jurnal Pendidikan Dan Sosial Islam*, 1(1), 34–49.
- [4] Hermiati, R., Asnawati, A., & Kanedi, I. (2021). Pembuatan E-Commerce Pada Raja Komputer Menggunakan Bahasa Pemrograman Php Dan Database Mysql. *Jurnal Media Infotama*, 17(1), 54–66. <https://doi.org/10.37676/jmi.v17i1.1317>
- [5] Nanda, A. P., Pramono, D. E. H., & Hartati, S. (2020). Menentukan Tingkat Kepuasan Mahasiswa Terhadap Pelayanan Akademik Menggunakan Metode Algoritma K-Means. *Jurnal Sistem Informasi Dan Telematika*, 11(1), 23–28.
- [6] Pratama, F. D., Zufria, I., & Triase, T. (2022). Implementasi Data Mining Menggunakan Algoritma Naïve Bayes Untuk Klasifikasi Penerima Program Indonesia Pintar. *Rabit: Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 7(1), 77–84. <https://doi.org/10.36341/rabit.v7i1.2217>
- [7] Pratiwi, Y. A., Ginting, R. U., Situmoran, H., & Sitanggang, R. (2020). Perancangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web Di Smp Rahmat Islamiyah. *Jurnal Teknologi, Kesehatan Dan Ilmu Sosial*, 2(1), 27–32.
- [8] Rohmah, A. (2021). Analisis Penentuan Hambatan Pembelajaran Daring Dengan Metode Algoritma K-Means Clustering (Studi Kasus : Smk Yaspim Gegerbitung). *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 4(2), 30–35. <https://doi.org/10.52005/rekayasa.v4i2.122>
- [9] Septiarini, A., Thaher, I. A., & Puspitasari, N. (2022). Pengelompokan Kualitas Kinerja Pegawai Menggunakan Metode K-Means Clustering. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 11(2), 131–141. <https://doi.org/10.34010/komputika.v11i2.5518>
- [10] Siti Mariam, Fitri Handayani, C. J. (2023). Penerapan Algoritma Clustering K-Means Untuk Menentukan Prioritas Penerima Bantuan Rumah Akibat Bencana Alam. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 10(2), 231–240.
- [11] Sudarsono, B. G., & Lestari, S. P. (2021). Clustering Penerima Beasiswa Yayasan Untuk Mahasiswa

- Menggunakan Metode K-Means. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 5(1), 258.
<https://doi.org/10.30865/mib.v5i1.2670>
- [12] Suhartini, Sadali, M., & Putra, K. Y. (2020). Sistem Informasi Berbasis Web Sma Al- Mukhtariyah Mamben Lauk Berbasis Php Dan Mysql. *Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 3(1), 79–83.
- [13] Yulia, & Silalahi, M. (2021). Penerapan Data Mining Clustering Dalam Mengelompokan Buku Dengan Metode K-Means. *Indonesian Journal of Computer Science*, 10(1). <https://doi.org/10.33022/ijcs.v10i1.3008>
- [14] Zaliman, I., Martadinata, A. T., Heryati, A., & Sylfania, D. Y. (2022). Sistem Informasi Buku Induk Siswa Pada SMA Negeri 1 Kelekar. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, 13(2), 116–122.
<https://doi.org/10.36982/jiig.v13i2.2302>
- [15] Zyen, A. K., Wibowo, G. W. N., Widiastuti, N. A., & Wahono, B. B. (2023). Klasterisasi Penerima Bantuan Fasilitas Sekolah di MI Datuk Singaraja Menggunakan Metode K-Means. *Jurnal Teknik Informatika*, 2(1), 25–38.
<https://journal.unisnu.ac.id/JTINFO/article/view/482%0Ahttps://journal.unisnu.ac.id/JTINFO/article/download/482/271>