

Rekomendasi Paket Mata Pelajaran Pilihan (MPP) pada SMA Negeri 1 Kebumen Menggunakan Algoritma K-means

Gustina Alfa Trisnapradika^{1*}, Wildanil Khozi², Yuminah³

^{1,2} Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro

³ SMA Negeri 1 Kebumen

*Email: gustina.alfa@dsn.dinus.ac.id

Abstrak

Perubahan kurikulum perlu dilakukan untuk menyesuaikan pendidikan dengan perkembangan zaman. Sejak pandemi covid-19, pembelajaran tatap muka ditangguhkan. Pembelajaran melalui daring menjadi alternatif yang digunakan selama pandemi. Hal tersebut berdampak pada munculnya learning loss sehingga kualitas pembelajaran menurun. Pemulihan pembelajaran di masa pandemi dan pasca pandemi covid-19 penting dilakukan untuk mengurangi dampak learning loss pada peserta didik. Pasca pandemi, diluncurkanlah kurikulum merdeka yang merupakan penyempurnaan dari kurikulum 2013 yang baru diterapkan pada beberapa sekolah. Struktur mata pelajaran kurikulum Merdeka untuk Tingkat SMA pada Fase E atau kelas 10, semua siswa mendapatkan mata pelajaran yang sama. Sedangkan Pada Fase F (kelas 11 dan 12), struktur mata pelajaran dibagi menjadi 2 kelompok utama, yaitu mata pelajaran umum dan mata pelajaran pilihan. Berdasarkan ketentuan struktur kurikulum SMKA 2021-2022, maka SMA Negeri 1 Kebumen menyiapkan mata pelajaran pilihan (MPP) yang dibuat dalam 7 paket MPP. Penelitian ini menggunakan teknik klusterisasi nilai siswa dengan algoritma K-Means untuk mendapatkan rekomendasi paket MPP yang sesuai dengan kemampuan siswa. Untuk setiap paket MPP, dilakukan klusterisasi menjadi 2 kluster dengan fitur berupa nilai mata pelajaran yang telah ditentukan. Hasil dari klusterisasi ini adalah setiap siswa memperoleh rekomendasi "ya" atau "tidak" pada setiap paket MPP.

Kata kunci: data mining, pembelajaran tidak terbimbing, klusterisasi, k-means

Abstract

Curriculum changes are needed to adapt education to the times. Since the covid-19 pandemic, face-to-face learning has been suspended. Online learning is an alternative used during a pandemic. This has an impact on learning loss so that the quality of learning decreases. Recovery of learning during the pandemic and post-pandemic Covid-19 is important to reduce the impact of learning loss on students. After the pandemic, the independent curriculum was launched which was a refinement of the 2013 curriculum which had only been implemented in several schools. The subject structure of the Merdeka curriculum for SMA level in Fase E or grade 10, all students get the same subjects. While in Phase F (grades 11 and 12), the subject structure is divided into 2 main groups, namely general subjects and elective subjects. Based on the provisions of the SMKA 2021-2022 curriculum structure, SMA Negeri 1 Kebumen prepares elective subjects (MPP) which are made up of 7 MPP packages. This study uses a clustering technique of student scores using the K-Means algorithm to obtain MPP package recommendations that suit student abilities. For each MPP package, clustering is carried out into 2 clusters with features in the form of predetermined subject scores. The result of this clustering is that each student gets a "yes" or "no" recommendation for each MPP package.

Keyword: data mining, unsupervised learning, clustering, k-means

PENDAHULUAN

Perubahan kurikulum pendidikan perlu dilakukan untuk dapat beradaptasi dengan perkembangan dan perubahan zaman. Saat ini kita berada pada zaman abad 21, dimana pada bidang pendidikan terlihat ada 4 prinsip pokok pembelajaran abad ke 21 yang dijelaskan dan dikembangkan yaitu : (1) *Instruction should be student-centered*; (2) *Education should be*

collaborative; (3) *Learning should have context*; (4) *Schools should be integrated with society* (Kurniati, Kelmaskouw, Deing, Bonin, & Haryanto, 2022).

Prinsip-prinsip tersebut menuntut adanya inovasi pendidikan. Inovasi pendidikan juga dapat terjadi ketika ada situasi baru mengenai pengembangan kurikulum yang relevan dengan kebutuhan masyarakat. Pemerintah telah secara

berkala memperbaiki kurikulum pendidikan di Indonesia. Karena jika pemerintah hanya mempertahankan kurikulum yang ada maka akan merugikan masyarakat itu sendiri. Dengan mengacu pada prinsip-prinsip pendidikan, inovasi kurikulum yang relevan dengan kondisi saat ini akan sangat membantu guru untuk menerapkan aturan pembelajaran di sekolah, sehingga inovasi kurikulum tidak dapat dipisahkan dari keberhasilan dalam proses pendidikan (Aini & Purba, 2022).

Sejak tahun 2020 hingga kini, dunia dilanda pandemi Covid-19 yang menyebabkan semua siswa harus belajar dari rumah. Secara serentak, pendidikan dilakukan secara daring guna menghindari aktivitas di tempat umum sebagai salah satu pencegahan Covid-19. Penangguhan pembelajaran tatap muka di sekolah telah menimbulkan kekhawatiran akan penurunan kualitas kognitif, keterampilan vokasi, dan keterampilan sosial yang dimiliki siswa. Penyampaian materi yang kurang leluasa dan komunikasi yang terbatas menyebabkan keterserapan materi menjadi rendah sehingga menimbulkan *learning loss*. Penurunan kualitas ini dapat menimbulkan kesulitan belajar setelah pandemi berakhir. Lebih dari itu, penurunan pendidikan ini dapat mengakibatkan penurunan kualitas lulusan dan berdampak pada industri di tingkat nasional.

Pemulihan pembelajaran di masa pandemi dan pasca pandemi covid-19 penting dilakukan untuk mengurangi dampak *learning loss* pada peserta didik. Oleh karena itu perlu dilakukan penyesuaian kurikulum pasca pandemi covid-19, diantaranya diluncurkannya kurikulum darurat yang merupakan penyederhanaan dari kurikulum 2013 pada masa pandemi covid-19. Kemudian pasca pandemi, diluncurkanlah kurikulum merdeka yang merupakan penyempurnaan dari kurikulum 2013 yang baru diterapkan pada beberapa sekolah. Cara ini diharapkan dapat membantu dalam pemulihan dunia pendidikan pasca pandemi covid-19. Adapun esensi dari kurikulum ini adalah merdeka belajar (Shofia Hattarina, Nurul Saila, Adenta Faradila, Dita Refani Putri, & RR.Ghina Ayu Putri, 2022).

Karakteristik kurikulum merdeka belajar yang dirancang untuk mendukung pemulihan dunia pendidikan pasca covid-19 antara lain: 1) Pembelajaran berbasis proyek untuk mengembangkan *softskill* dan karakter; 2) Fokus pada materi-materi esensial yang

diharapkan dapat memberikan waktu cukup untuk pembelajaran secara mendalam pada kompetensi dasar seperti literasi dan numerasi; 3) Guru memiliki fleksibilitas untuk melakukan pembelajaran yang sesuai dengan kemampuan siswa (*teaching at the right level*) dan juga melakukan penyesuaian dengan konteks dan muatan lokal.

Struktur mata pelajaran kurikulum Merdeka untuk Tingkat SMA pada Fase E atau kelas 10 semua siswa mendapatkan mata pelajaran yang sama, sedangkan Pada Fase F (kelas 11 dan 12), struktur mata pelajaran dibagi menjadi 2 kelompok utama, yaitu mata pelajaran umum dan mata pelajaran pilihan (Solehudin, Priatna, & Zaqiyah, 2022).

Satuan pendidikan wajib membuka kelompok mata pelajaran umum serta sekurang-kurangnya 7 mata pelajaran pilihan. Setiap siswa dapat memilih empat hingga lima mata pelajaran yang sesuai dengan minat, bakat, dan kemampuannya. Mata pelajaran pilihan yang telah dipilih oleh siswa dapat diubah berdasarkan penilaian ulang terhadap minat, bakat, dan kemampuan siswa (Ks & Syuhodo, n.d.).

Berdasarkan ketentuan struktur kurikulum SMKA 2021-2022, maka SMA Negeri 1 Kebumen menyiapkan mata pelajaran pilihan (MPP) yang dibuat dalam 7 paket pilihan. Adapun 7 paket tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 Pilihan Paket MPP SMA Negeri 1 Kebumen. Sebanyak 354 siswa kelas 10 SMA Negeri 1 Kebumen harus diarahkan untuk memilih salah satu paket MPP yang telah disediakan. Siswa harus memilih paket MPP yang sesuai dengan minat, bakat, dan kemampuannya.

Tabel 1. Pilihan Paket MPP SMA Negeri 1 Kebumen

Paket	Mata Pelajaran
1	PKWU, Matematika TL, Kimia, Fisika, Biologi
2	PKWU, Matematika TL, Fisika, Ekonomi, Biologi
3	PKWU, Matematika TL, Kimia, Biologi, Bahasa Inggris
4	PKWU, Matematika TL, Fisika, Bahasa Inggris TL, Informatika
5	PKWU, Sosiologi, Ekonomi, Geografi, Informatika
6	PKWU, Bahasa Jepang, Ekonomi, Bahasa Inggris TL, Informatika
7	PKWU, Bhs Jepang, Bhs Indo TL, Bhs Ing TL, Informatika

Dalam membantu siswa menentukan paket MPP yang paling tepat bagi dirinya, kami membuat rekomendasi dengan teknik klasterisasi menggunakan algoritma K-Means berdasarkan nilai semester 1 yang diperoleh siswa dari ujian akhir semester. Siswa akan dikelompokkan menjadi direkomendasikan dan tidak direkomendasikan untuk masing-masing paket MPP.

TINJAUAN PUSTAKA

Pada tahap awal penelitian ini, tinjauan pustaka dilakukan untuk menemukan penelitian yang terkait dan dapat mendukung penelitian ini. Beberapa penelitian telah menggunakan algoritma K-Means dalam menyelesaikan masalah dalam dunia pendidikan. Nurahman dan Aulia (2023) melakukan klasterisasi pendidikan masyarakat dengan menggunakan algoritma K-Means. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui desa-desa dengan tingkat pendidikan terendah (Nurahman & Aulia, 2023).

Penelitian lain dilakukan oleh Nurahman dkk (2022) yang telah melakukan klasterisasi sekolah menggunakan K-Means untuk mengelompokkan sekolah-sekolah berdasarkan fasilitas, pendidik, dan tenaga pendidik. Penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan adanya 43 sekolah yang masuk kelompok sekolah rendah (Nurahman, Purwanto, & Mulyanto, 2022).

2.1. Data Mining

Para ahli banyak yang memberikan definisi yang berbeda terhadap *data mining*. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan cara pandang yang menghasilkan pengetahuan berbeda dari para ahli. Sebagian ahli menyatakan bahwa *data mining* merupakan langkah analisis terhadap basis data untuk menemukan pengetahuan atau disebut dengan *knowledge discovery in databases* (KDD) (Fayyad, Piatetsky-Shapiro, & Smyth, 1996; Suyanto, 2019).

Perkembangan teknologi yang menghasilkan data dalam jumlah yang semakin besar membuat data semakin heterogen dan kompleks. Perkembangan data pada tahun 2012 mengalami peningkatan sebesar 50% atau dari 1,8 zettabyte menjadi 2,8 zettabyte dan pada tahun 2013 meningkat menjadi 4,4 zettabyte. Diperkirakan pada tahun 2020 perkembangan data akan mencapai 4,4 zettabyte (Gantz &

Reinsel, 2012). Data yang begitu besar akan menjadi bermanfaat bila kita dapat menggali pengetahuan yang tersimpan di dalamnya.

Secara umum data mining dapat digunakan untuk memperoleh dua kategori pengetahuan yaitu deskriptif dan prediktif. Pengetahuan deskriptif berarti menemukan karakteristik data melalui pola-pola yang dapat dipahami. Pengetahuan prediktif berarti pengetahuan dalam bentuk model yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi suatu kondisi atau kejadian.

2.2. Klasterisasi

Klasterisasi merupakan teknik yang digunakan untuk mengelompokkan data menjadi beberapa klaster atau kelompok. Setiap klaster akan beranggotakan data-data yang memiliki kemiripan tinggi. Sebaliknya, data-data yang memiliki kemiripan rendah akan dikelompokkan ke dalam klaster yang berbeda (Nurahman & Aulia, 2023). Dengan demikian maka dapat dipelajari sebaran data-data yang memiliki kemiripan pola (*similarity*) untuk disimpulkan sebagai himpunan data dengan karakteristik tertentu (Bastian, Sujadi, & Febrianto, 2018). Teknik klasterisasi termasuk dalam metode data mining yang bersifat *unsupervised learning*, karena data-data yang digunakan tidak memiliki *class label* (Suyanto, 2019). Teknik Klasterisasi akan menghasilkan kelompok data tanpa label. Untuk dapat memahami karakteristik dari masing-masing klaster maka dibutuhkan analisa lebih lanjut. Salah satu teknik analisis yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan visualisasi data menggunakan *scatter plot*.

2.3. K-Means

K-Means merupakan salah satu metode klasterisasi yang digunakan pada teknik data mining untuk mengelompokkan data. K-Means bekerja dengan baik pada atribut data bertipe numerik karena prinsip metode ini adalah algoritma menghitung jarak untuk menentukan kedekatan dan membagi data menjadi beberapa kelompok. Tujuan dari K-Means adalah untuk meminimalkan variasi data dalam klaster yang sama dan pada saat yang bersamaan memaksimalkan variasi data pada cluster yang berbeda (Bastian et al., 2018) (Bastian et al., 2018; Ediyanto, Mara, & Satyahadewi, 2013; Nurahman & Aulia, 2023).

K-Means merupakan algoritma klasterisasi yang paling sering digunakan

karena sederhana dan mudah untuk diterapkan. Ide dasarnya adalah meminimalkan *Sum of Square Error* (SSE). Algoritma K-means dimulai dengan menentukan titik pusat setiap kluster secara bebas. Selanjutnya setiap data akan dikelompokkan ke dalam kluster terdekat. Tahap selanjutnya adalah menghitung titik pusat baru berdasarkan anggota kluster dan menghitung titik pusat baru. Selanjutnya adalah pengelompokan data ulang dilakukan berdasarkan titik pusat baru. Proses ini akan terus berulang hingga tidak ada lagi data yang berpindah kluster sehingga tercipta pengelompokan data yang homogen pada setiap kluster (Suyanto, 2019). Proses-proses tersebut dapat ditulis dalam *pseudo code* seperti pada algoritma 1 berikut.

Algoritma 1. Klasterisasi K-Means

k-means(D,k)

Menentukan *centroid* awal dengan memilih *k* objek secara acak dari himpunan data *D*

repeat

for semua objek dalam *D*
 masukkan setiap objek ke dalam kluster terdekat antara *k* kluster

end

Perbarui *centroid* dengan menghitung rata-rata semua objek anggota kluster

Euclidean distance merupakan formula menghitung jarak yang paling populer digunakan pada algoritma K-Means. Formula ini diperoleh dengan persamaan berikut.

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

Keterangan :

$d(x, y)$ = Jarak nilai data *x* ke *y*

x_i = Nilai atribut ke *i* pada data *x*

y_i = Nilai atribut ke *i* pada data *y*

Pada algoritma klasterisasi, dilakukan proses untuk menentukan *centroid* setiap kluster pada setiap perulangan, maka digunakan persamaan berikut.

$$V_k = \frac{\sum_{i=1}^{N_k} X_i}{N_k} \quad (2)$$

Keterangan :

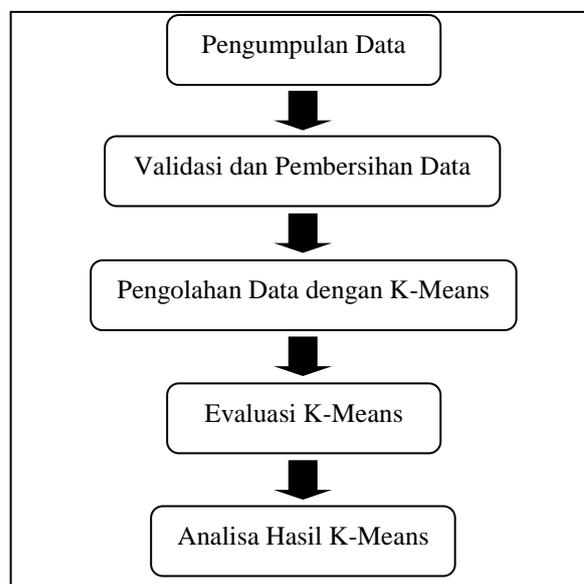
V_k = *Centroid* kluster ke *k*

X_i = Data ke *i*

N_k = Jumlah data anggota kluster ke *k*

METODE PENELITIAN

Metode penelitian memudahkan proses penelitian dalam memecahkan masalah besar menjadi tahap-tahap yang dapat diselesaikan satu persatu. Metode penelitian juga menggambarkan alur sebuah penelitian dari mulai munculnya sebuah masalah hingga selesai mencapai tujuan penelitian. Langkah-langkah dalam penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data, validasi dan pembersihan data, mengolah data dengan algoritma K-means, evaluasi algoritma K-Means, dan analisa hasil dari K-means. Proses-proses tersebut diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahap-tahap Penelitian

1. Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data nilai ujian akhir semester genap siswa kelas X SMA N 1 Kebumen pada semua mata pelajaran. Data tersebut memiliki record sebanyak 356 yang sesuai dengan jumlah seluruh siswa kelas X serta memiliki fitur sebanyak 12 fitur tanpa adanya *class label*. Fitur-fitur tersebut terdiri dari identitas kelas, identitas siswa, dan nilai dari mata pelajaran yang diambil pada kelas X. Data tersebut memiliki struktur pada Tabel 1.

Tabel 1. Struktur Dataset

No	Atribut	Tipe Data
1	Kelas	Categorical
2	No Absen	Categorical
3	Nama Murid	Categorical
4	Sosial	Numerik
5	Ekonomi	Numerik
6	Sejarah	Numerik
7	Geografi	Numerik
8	Fisika	Numerik
9	Kimia	Numerik
10	Biologi	Numerik
11	Bahasa Indonesia	Numerik
12	Matematika-U	Numerik
13	Bahasa Inggris	Numerik
12	Informatika	Numerik
13	PKWU	Numerik

2. Validasi dan Pembersihan Data

Validasi data bertujuan untuk memeriksa dan memastikan data-data ditulis dengan format yang tepat. Dalam penelitian ini, penulisan nilai-nilai siswa harus diseragamkan dalam format bilangan bulat rentang nilai 0 – 100. Data-data yang tidak valid harus diperbaiki untuk mengikuti format standar yang sudah ditentukan. Proses ini disebut dengan pembersihan data.

3. Pengolahan Data dengan K-Means

Pada tahap ini, proses klusterisasi dengan menggunakan algoritma K-Means dilakukan untuk mengelompokkan siswa menjadi 2 kelompok yang berbeda. Proses ini akan diulang sebanyak 7 kali sesuai pilihan paket MPP SMA Negeri 1 Kebumen. Maka proses K-Means dengan fitur-fitur sesuai paket MPP dapat diilustrasikan pada tabel 2 - 8.

Tabel 2. Fitur untuk MPP Paket 1

No	Atribut	Tipe Data
1	PKWU	Numerik
2	Matematika-U	Numerik
3	Kimia	Numerik
4	Fisika	Numerik
5	Biologi	Numerik

Tabel 3. Fitur untuk MPP Paket 2

No	Atribut	Tipe Data
1	PKWU	Numerik
2	Matematika-U	Numerik
3	Fisika	Numerik
4	Ekonomi	Numerik
5	Biologi	Numerik

Tabel 4. Fitur untuk MPP Paket 3

No	Atribut	Tipe Data
1	PKWU	Numerik
2	Matematika-U	Numerik
3	Kimia	Numerik
4	Biologi	Numerik
5	Bahasa Inggris	Numerik

Tabel 5. Fitur untuk MPP Paket 4

No	Atribut	Tipe Data
1	PKWU	Numerik
2	Matematika-U	Numerik
3	Fisika	Numerik
4	Bahasa Inggris TL	Numerik
5	Informatika	Numerik

Tabel 6. Fitur untuk MPP Paket 5

No	Atribut	Tipe Data
1	PKWU	Numerik
2	Sosiologi	Numerik
3	Ekonomi	Numerik
4	Geografi	Numerik
5	Informatika	Numerik

Tabel 7. Fitur untuk MPP Paket 6

No	Atribut	Tipe Data
1	PKWU	Numerik
2	Ekonomi	Numerik
3	Bahasa Inggris	Numerik
4	Informatika	Numerik

Tabel 8. Fitur untuk MPP Paket 7

No	Atribut	Tipe Data
1	PKWU	Numerik
2	Bahasa Indonesia	Numerik
3	Bahasa Inggris	Numerik
4	Informatika	Numerik

4. Evaluasi K-Means

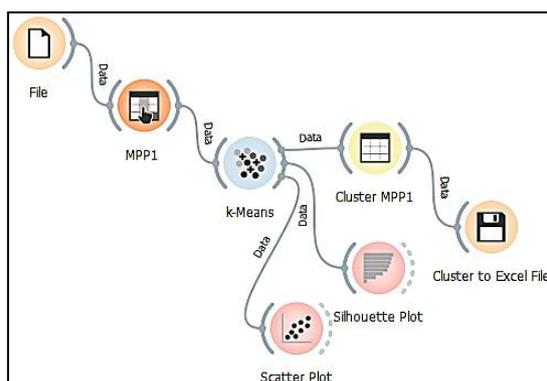
Setelah selesai proses klusterisasi, maka hasil kluster diuji dengan melihat performanya menggunakan *silhouette coefficient*. Metode ini menghitung nilai kepadatan kluster atau $a(o)$ yang mengandung objek o dikombinasikan dengan jarak objek o terhadap kluster lainnya. Nilai *silhouette coefficient* yang baik adalah yang mendekati 1, karena berarti objek o sangat padat dan sangat jauh dari kluster lainnya. Sedangkan nilai mendekati -1 berarti objek o tidak padat dan sangat dekat dengan kluster lain bahkan bisa menjadi kluster tumpang tindih.

5. Analisa Hasil K-Means

K-Means sebagai metode *unsupervised learning* hanya mengelompokkan data saja tanpa memberikan label kepada masing-masing kelompok data. Sehingga dibutuhkan analisa langsung oleh peneliti untuk mengkategorikan masing-masing kelompok kluster sebagai kelompok siswa yang direkomendasikan atau siswa yang tidak direkomendasikan untuk masing-masing MPP.

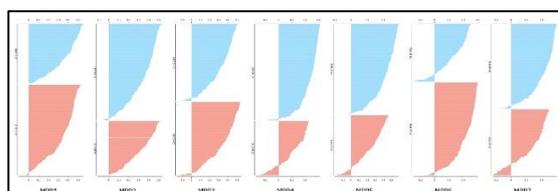
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan dan pengujian data diproses dengan menggunakan software Orange Data Mining. Output dari software ini berupa tabel kluster, nilai silhouette dan silhouette plot, serta scatter plot untuk membantu analisa kelompok kluster yang terbentuk. Alur kerja Orange Data Mining ditunjukkan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Alur Kerja Orange Data Mining

Untuk mengukur performa klusterisasi, dilakukan analisa *silhouette coefficient* melalui *widget silhouette plot* yang sudah disediakan Orange Data Mining. Penelitian ini menunjukkan hasil *silhouette coefficient* yang baik pada setiap MPP. Informasi nilai *silhouette* dapat dilihat pada tabel 10 dengan visualisasi seperti pada gambar 3 dimana setiap kluster menghasilkan nilai silhouette lebih dari 0,5 yang artinya kluster-kluster tersebut memiliki kepadatan dan jarak antar kluster yang baik.

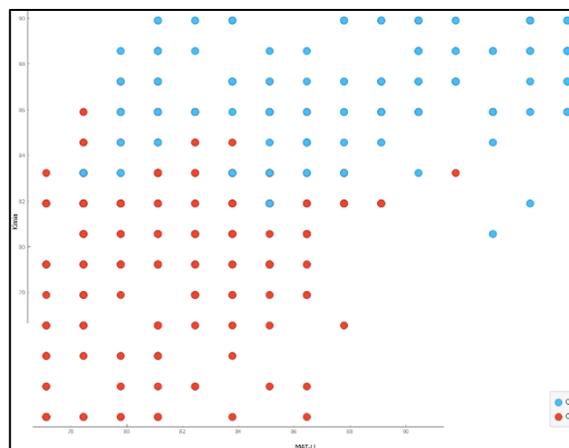


Gambar 3. Silhouette MPP1 – MPP7

Tabel 10. Nilai Silhouette Masing-masing MPP

MPP	Kluster	Silhouette
MPP1	C1	0,603196
	C2	0,606937
MPP2	C1	0,608708
	C2	0,589895
MPP3	C1	0,598324
	C2	0,598145
MPP4	C1	0,633132
	C2	0,564777
MPP5	C1	0,616347
	C2	0,574168
MPP6	C1	0,585053
	C2	0,615976
MPP7	C1	0,614864
	C2	0,588008

Tahap selanjutnya adalah analisa hasil klusterisasi untuk mengkategorikan masing-masing kluster sebagai kelompok siswa yang direkomendasikan atau tidak. Analisa ini dapat menggunakan *widget scatter plot* yang sudah disediakan Orange Data Mining. Berikut kami ilustrasikan *scatter plot* untuk MPP Paket 1 pada gambar 4.



Gambar 4. Sebaran Kluster pada Fitur Kimia dan Matematika-U MPP Paket 1

Pada sebaran data kluster gambar 4 dapat kita pahami bahwa kluster C1 lebih banyak beranggotakan siswa dengan nilai matematika-u dan kimia tinggi, sedangkan kluster C2 lebih banyak beranggotakan siswa dengan nilai matematika-u dan kimia yang rendah. Analisa tersebut dilakukan juga terhadap mata pelajaran lainnya dan menunjukkan kondisi yang sama. Sehingga dapat dipahami bahwa anggota kluster

C1 dikategorikan sebagai siswa yang direkomendasikan untuk memilih MPP Paket 1, sedangkan anggota klaster C2 sebagai siswa yang tidak direkomendasikan untuk memilih MPP Paket 1.

Proses analisa klaster dilakukan pada setiap paket MPP dari paket 1 hingga paket 7 sehingga menghasilkan tabel rekomendasi MPP sebagai berikut.

Tabel 11. Rekomendasi Paket MPP Murid

Nama Murid	MPP1	MPP2	MPP3	MPP4	MPP5	MPP6	MPP7
Abida F.	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Tidak	Ya	Ya
Silviana P.	Ya	Ya	Tidak	Tidak	Ya	Tidak	Tidak
Alfa Zeta	Tidak						
.....
Salsya F	Ya						
Sri Dwi S.	Ya	Ya	Ya	Tidak	Ya	Ya	Ya
Wulan A	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Ya	Tidak	Tidak

Berdasarkan tabel 11 dapat dipahami bahwa setiap siswa akan mendapatkan rekomendasi pada satu atau lebih paket MPP. Setiap siswa dapat memilih salah satu paket MPP jika direkomendasikan pada lebih dari satu paket MPP. Namun dalam kondisi dimana seorang siswa memiliki nilai yang rendah di semua mata pelajaran, akan dikategorikan tidak direkomendasikan pada semua paket MPP. Hal ini membutuhkan kebijakan sekolah lebih lanjut.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisa hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa metode klusterisasi menggunakan algoritma K-Means dapat digunakan untuk mengkategorikan rekomendasi pemilihan paket mata pelajaran pilihan atau MPP di SMA Negeri 1 Kebumen. Setiap siswa dapat memilih salah satu paket MPP yang telah direkomendasikan. Kualitas klusterisasi ini diukur dengan *silhouette coefficient* dan menghasilkan nilai positif dimana semua klaster memiliki nilai *silhouette* lebih dari 0,5.

Metode ini memiliki kekurangan yaitu adanya siswa yang tidak direkomendasikan pada semua paket MPP karena nilai rendah di semua mata pelajaran. Untuk penelitian selanjutnya, kami memberika saran supaya dapat memperbaiki kekurangan tersebut sehingga semua siswa mendapatkan

rekomendasi paket MPP minimal pada salah satu paket MPP.

DAFTAR PUSTAKA

Aini, Y. N., & Purba, Y. A. (2022). Analisis Penyerapan Tenaga Kerja Dan Program Link & Match Pada Lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (Smk) Program Kelautan & Perikanan. *Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 12(1), 23. <https://doi.org/10.15578/jksekp.v12i1.10339>

Bastian, A., Sujadi, H., & Febrianto, G. (2018). PENERAPAN ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING ANALYSIS PADA PENYAKIT MENULAR MANUSIA (STUDI KASUS KABUPATEN MAJALENGKA). *Jurnal Sistem Informasi (Journal of Information System)*, 14(1), 26–32.

Ediyanto, Mara, N., & Satyahadewi, N. (2013). Pengklasifikasian Karakteristik Dengan Metode K-Means Cluster Analysis. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 02(2), 133–136.

Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. *American Association for Artificial Intelligence*, 17(3), 37–54. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18032-8_50

Gantz, J., & Reinsel, D. (2012). THE DIGITAL UNIVERSE IN 2020: Big Data, Bigger Digi tal Shadows, and Biggest Growth in the Far East. *Idc*, 2007(December 2012), 1–16.

Ks, endro setawan lc, & Syuhodo, M. (n.d.). Struktur Kurikulum Sma 21-22.

Kurniati, P., Kelmaskouw, A. L., Deing, A., Bonin, B., & Haryanto, B. A. (2022). Model Proses Inovasi Kurikulum Merdeka Implikasinya Bagi Siswa Dan Guru Abad 21. *Jurnal Citizenship Virtues*, 2(2), 408–423. <https://doi.org/10.37640/jcv.v2i2.1516>

Nurahman, & Aulia, D. D. (2023). Klasterisasi Pendidikan Masyarakat untuk mengetahui Daerah dengan Pendidikan Terendah menggunakan Algoritma K-Means. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 5(1), 38–44.

Nurahman, N., Purwanto, A., & Mulyanto, S. (2022). Klasterisasi Sekolah Menggunakan Algoritma K-Means

berdasarkan Fasilitas, Pendidik, dan Tenaga Pendidik. *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 21(2), 337–350. <https://doi.org/10.30812/matrik.v21i2.1411>

Shofia Hattarina, Nurul Saila, Adenta Faradila, Dita Refani Putri, & RR.Ghina Ayu Putri. (2022). Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar Di Lembaga Pendidikan. *Seminar Nasional Sosial Sains, Pendidikan, Humaniora (SENASSDRA)*, 1, 181–192.

Solehudin, D., Priatna, T., & Zaqiyah, Q. Y. (2022). Konsep Implementasi Kurikulum Prototype. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 7486–7495. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3510>

Suyanto. (2019). *Data Mining untuk Kalsifikasi dan Klasterisasi Data*. Bandung: Informatika Bandung.