Implementasi Algoritma K-Means Dalam Mengukur Tingkat Kepuasan Siswa Terhadap Pelayanan Pada SMA Swasta Bani Adam AS

Juliansyah Putra Tanjung[1)*], Bayu Angga Wijaya[2)], Muhammad Ridho[3)]
[1,2,3)] Universitas Prima Indonesia

Received: 26 August 2023 Accepted: 28 August 2023 Published: 28 august 2023

***juliansyahputratanjung@unprimdn.ac.id**

Kata Kunci: K-Means, Tingkat Kepuasan Pelayanan, Siswa SMA.

DSI: Jurnal Data Science Indonesia is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

Abstrak : Pendidikan merupakan aspek penting dalam pembangunan suatu negara. Peningkatan kualitas pendidikan adalah suatu hal yang krusial bagi kemajuan suatu bangsa. Dalam rangka meningkatkan kualitas pendidikan, perlu adanya evaluasi yang teratur terhadap kinerja sekolah. SMA Swasta Bani Adam As merupakan salah satu sekolah swasta yang berkomitmen untuk memberikan pelayanan terbaik bagi siswa. Namun, perlu adanya evaluasi terhadap tingkat kepuasan siswa terhadap pelayanan yang diberikan oleh sekolah secara teratur Algoritma k-means merupakan salah satu algoritma clustering yang digunakan untuk mengelompokkan data berdasarkan kesamaan fitur atau atribut. Dengan tahapan awal melakukan pengumpulan data set, menganalisis data yang didapatkan, melakukan clustering dan implementasi. Setelah dilakukan semua proses sampai iterasi atau perulangan berhenti maka data dengan cluster tidak berpindah lagi dan merupakan data akhir dari pengujian. terlihat bahwa 8 dari 10 data menunjukkan bahwa jarak terdekat berada pada K1 yang merupakan kategori "Kurang Puas" terhadap pelayanan yang diberikan. Sedangkan sisa data untuk kategori "Cukup Puas" dan "Puas" oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa Dari penerapan metode clustering dengan menggunakan algoritma K-Means yang diaplikasikan pada data set menghasilkan grafik kepuasan siswa dengan data kurang puas sebanyak 86 siswa atau sejumlah 43 %, cukup puas sebanyak 69 siswa atau sejumlah 34,5 % dan puas 45 siswa atau sejumlah 22,5 %.

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan aspek penting dalam pembangunan suatu negara. Peningkatan kualitas pendidikan adalah suatu hal yang krusial bagi kemajuan suatu bangsa. Dalam rangka meningkatkan kualitas pendidikan, perlu adanya evaluasi yang teratur terhadap kinerja sekolah, termasuk dalam hal pelayanan yang diberikan kepada siswa [1]. Tingkat kepuasan siswa terhadap pelayanan sekolah menjadi indikator penting dalam mengevaluasi kualitas pelayanan yang diberikan oleh sekolah. Oleh karena itu, penting bagi sekolah untuk melakukan evaluasi terhadap tingkat kepuasan siswa terhadap pelayanan yang diberikan [2].

SMA Swasta Bani Adam As merupakan salah satu sekolah swasta yang berkomitmen untuk memberikan pelayanan terbaik bagi siswa. Namun, perlu adanya evaluasi terhadap tingkat kepuasan siswa terhadap pelayanan yang diberikan oleh sekolah secara teratur. Evaluasi ini akan membantu sekolah dalam mengidentifikasi kekurangan dan kelebihan yang ada dalam sistem pelayanan sekolah. Oleh sebab itu dibutuhkan sebuah sistem terkomputerisasi untuk memudahkan kegiatan pengarsipan. Algoritma k-means meropidan salah satu algoritma clustering yang digunakan untuk mengelompokkan data berdasarkan kesamaan fitur atau atribut. Dalam penelitian ini, atribut yang digunakan adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kepuasan siswa terhadap pelayanan yang diberikan oleh sekolah, seperti kualitas pengajaran,

ketersediaan fasilitas, dan keamanan lingkungan sekolah. Dengan menggunakan algoritma k-means, data kepuasan siswa terhadap pelayanan di SMA Swasta Bani Adam As dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok berdasarkan tingkat kepuasan siswa. Hal ini akan memudahkan sekolah dalam melakukan evaluasi terhadap pelayanan yang diberikan dan mengambil tindakan yang tepat untuk meningkatkan kepuasan siswa.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "Implementasi Algoritma K-Means Dalam Mengukur Tingkat Kepuasan Siswa Terhadap Pelayanan Pada SMA Swasta Bani Adam AS" terkait aktivitas pengarsipan surat pada SMA Swasta Bani Adam AS. Diharapkan aplikasi yang dirancang dapat menjadi solusi yang efektif dalam penyelesaian permasalahan yang dihadapi oleh SMA Swasta Bani Adam AS terutama dalam kegiatan manajemen arsip.

TINJAUAN LITERATUR

Ulfhi Burelia dkk (2022) pada [8] melakukan penelitian mengenai "Mengukur Tingkat Kepuasan Masyarakat Pada Pelayanan Kepolisian Resor (Polres) Dumai menggunakan algoritma K-Means Clustering" dengan memperoleh hasil pada Penerapan Metode K-means Clustering dalam mengukur tingkat kepuasan masyarakat pada pelayanan polres dumai menggunakan 79 data jawaban dari responden/ pemohon dari kuesioner yang sifatnya tertutup. dari metode K-means Clustering penelitian ini menghasilkan grafik kepuasan yaitu Step I (68 responden sangat puas dan 11 responden cukup puas) , Step II (66 responden sangat puas dan 13 responden puas), Step III (79 responden sangat puas) , Step IV (66 responden sangat puas dan 13 responden puas) , Step V (67 responden sangat puas dan 12 responden cukup puas). Jadi dari step I-V dapat disimpulkan tingkat kepuasan pada pelayanan Di Polres Dumai Sangat Puas.

Ratri Enggar Pawening dkk (2021) pada [10] melakukan penelitian mengenai "Algoritma K-Means untuk Mengukur Kepuasan Mahasiswa Menggunakan E-Learning"dengan memperoleh hasil bahwa Penelitian ini menemukan bahwa kepuasan mahasiswa selama penyelenggaraan pendidikan daring cukup tinggi. Meskipun ada beberapa mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam mengkases aplikasi selama daring, namun pada dasarnya masalah lebih banyak karena hardware yang tidak atau kurang mendukung. Penelitian ini juga menemukan bahwa sebagian dari peserta didik atau mahasiswa yang tidak dapat mengakses aplikasi karena sebagian aplikasi tidak support terhadap hardware yang dimiliki mahasiswa. Sehingga hal ini menjadi peluang penelitian lanjutan untuk mengembangkan sistem aplikasi e-learning yang mampu support kepada perangkat secara universal.

METODE PENELITIAN

Langkah – Langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Persiapan Data Set
   Berikut ini merupakan data set awal yang terdiri dari 5 variabel berdasarkan hasil kuesioner. Variabel A merupakan data yang diperoleh dari bidang Sarana pendidikan, Variabel B merupakan data yang diperoleh dari bidang Staff Akademik, Variabel C merupakan data yang diperoleh dari bidang Pelayanan administrasi, Variabel D merupakan data yang diperoleh dari bidang Fasilitas Sekolah, Variabel E merupakan data yang diperoleh dari bidang Lokasi Sekolah.
2. Analisa Data
   Analisa data kepuasan pada SMA Bani Adam As dilakukan dengan menggunakan algoritma K-Means clustering. Data yang digunakan adalah data survei kepuasan siswa terhadap layanan yang diberikan oleh sekolah. Data tersebut terdiri dari beberapa variabel seperti kebersihan lingkungan, kualitas pengajaran, fasilitas, dan lain sebagainya. Proses analisa data dimulai dengan melakukan pemahaman data untuk mengetahui karakteristik data dan memastikan data yang digunakan valid dan terpercaya. Kemudian dilakukan proses pre-processing data seperti data cleaning dan data transformation.
3. Analisis Clustering dengan Algoritma K-Means
   Proses pemilihan parameter pada algoritma K-Means seperti jumlah cluster yang optimal. Proses clustering dilakukan dengan mengelompokkan data ke dalam beberapa cluster berdasarkan kesamaan karakteristik pada setiap variabel. K-Means clustering mampu memberikan hasil clustering yang cukup akurat dengan nilai silhouette coefficient yang cukup tinggi. Dengan demikian, hasil dari analisa data

tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam membuat keputusan yang tepat dalam meningkatkan pelayanan dan kepuasan siswa di SMA Bani Adam As.

4. Implementasi

Tahap ini adalah perhitungan manual penerapan metode clustering k-means, Algoritma K-Means merupakan salah satu algoritma data mining metode clustering yang mengelompokkan suatu data menjadi beberapa cluster berdasarkan kemiripan data tersebut. Sehingga data dapat dikelompokkan menjadi beberapa cluster yang mempunyai kemiripan yang sama. K-Means digunakan untuk mengelompokkan suatu data berdasarkan hasil rata rata jarak yang dihasilkan yang disebut centroid (titik pusat).

Pada percobaan yang dilakukan, peneliti ingin mengetahui bagaimana hasil pengukuran kepuasan menggunakan algoritma K Means clustering. Penelitian dilakukan kepada 200 siswa dengan menggunakan kuesioner, data set awal tersebut kemudian diproses menggunakan algoritma k means clustering. Kemudian dilakukan penentuan centroid (titik pusat) awal, setelah itu dilakukan iterasi / perulangan jika jarak euclidean tidak sama dengan centroid sebelumnya. Jika jarak euclidean centroid sama dengan centroid sebelumnya maka iterasi pun berhenti dan didapatkan hasil akhir dari data yang akan digunakan untuk mengukur tingkat kepuasan Berikut ini merupakan data sampel hasil konversi bidang sarana pendidikan (Variabel A) :

A. Data Processing

Data processing adalah proses pengumpulan data mentah dan mentransformasi data tersebut menjadi informasi. Data yang didapatkan dalam bentuk mentah dan belum di proses adalah data yang tidak berguna bagi siapapun. Pemrosesan data ini dilakukan agar data siap diolah pada tahap selanjutnya agar mendapatkan hasil yang diharapkan dari pengujian. Data mentah yang telah berhasil dikumpulkan akan diurutkan dan kemudian dilakukan pemfilteran data tersebut untuk menghapus data yang tidak diperlukan. Data mentah akan diperiksa untuk dicari kesalahan dan informasi yang tidak akurat dan diubah menjadi format yang cocok. Berdasarkan data kuesioner dari responden yakni siswa SMA Swasta Bani Adam AS, maka dilakukan konversi hasil pemrosesan data dalam bentuk tabel berikut untuk memperoleh nilai dari variabel yang ditentukan.

Tabel 1 Data Sampel Konversi Hasil Kuesioner

Data Ke 1	Pertanyaan 1	Pertanyaan 2	Pertanyaan 3	Pertanyaan 4	Pertanyaan 5
1	5	5	6	5	5
2	6	7	5	6	8
3	7	7	6	7	8
4	7	6	6	5	6
5	5	5	6	5	6
6	5	6	8	5	6
7	5	5	7	5	5
8	6	7	5	7	5
9	5	7	6	5	5
10	5	5	8	6	5

Inisialisasi jawaban kuisioner

Tabel 2 Tabel Inisialisasi jawaban kuesioner

Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Netral	Setuju	Sangat Setuju
5	6	7	8	9

Berikut merupakan tata cara pengisian nilai setelah dilakukan konversi:

Tabel 3 Variabel 1 A

Pertanyaan	1	2	3	4	5
Nilai	5	5	6	5	5

Sehingga dapat diperoleh hasil perhitungan yaitu: (5+5+6+5+5) : 5 = 5,2

Tabel 4 Variabel 1 B

Pertanyaan	1	2	3	4	5
Nilai	6	7	5	6	8

Sehingga dapat diperoleh hasil perhitungan yaitu: (6+7+5+6+8) : 5 = 6,4

Tabel 5 Variabel 1 C

Pertanyaan	1	2	3	4	5
Nilai	7	7	6	7	8

Sehingga dapat diperoleh hasil perhitungan yaitu: (7+7+6+7+8) : 5 = 7

Tabel 6 Variabel 1 D

Pertanyaan	1	2	3	4	5
Nilai	7	6	6	5	6

Sehingga dapat diperoleh hasil perhitungan yaitu: (7+6+6+5+6) : 5 = 6

Tabel 7 Variabel 1 E

Pertanyaan	1	2	3	4	5
Nilai	5	5	6	5	6

Sehingga dapat diperoleh hasil perhitungan yaitu: (5+5+5+6+5) : 5 = 5,4

B. Menentukan Centroid Titik Pusat

Menentukan titik pusat cluster atau centroid, mengukur performansi algoritma K-Means dengan parameter range cluster dengan mengukur jarak antar centroid untuk cara yang cepat dan efisien untuk mengelompokkan data yang tidak terstruktur, dan untuk mempercepat proses konstruksi model dan membagi beberapa centroid menjadi dua untuk mencocokkan data sebagai alat uji proses analisa terhadap metode K-Means.

Dari pengujian menggunakan algoritma K-Means dengan penentuan jumlah centroid cluster dilakukan dengan memodifikasi metode K-Means melakukan beberapa penentuan centroid hingga mendapatkan hasil sebanyak 3 cluster. Adapun data hasil penentuan centroid titik pusat terhadap 5 variabel nilai yang didapatkan dari pengujian sebelumnya dinyatakan dalam tabel berikut:

Tabel 8 Centroid (titik pusat) awal

	A	B	C	D	E
K1	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
K2	7	7	7	7	7
K3	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5

Keterangan :

K1 = Cluster pertama (Krg Puas)

K2 = Cluster kedua (Cukup Puas)

K3 = Cluster ketiga (Puas)

C. Menghitung Jarak Objek ke Pusat

Setelah data set awal telah ditentukan maka langkah selanjutnya merupakan perhitungan jarak terdekat menggunakan rumus euclidean distance antara data set dengan centroid awal. dilakukan perhitungan antara jarak objek ke pusat untuk mengetahui nilai dari tiap data dan memudahkan dalam pengujian serta penentuan jarak data terdekat. Berikut hasil perhitungan jarak objek ke pusat pada 10 data utama :

Data ke-1 :

$$\sqrt{\begin{matrix}(5{,}2-6{,}5)^2+(5{,}2-6{,}5)^2\\+(5{,}2-6{,}5)^2+(5{,}2-6{,}5)^2\\+(5{,}2-6{,}5)^2\end{matrix}} =$$

1,84

Data ke-2 :

$$\sqrt{\begin{matrix}(5{,}4-6{,}5)^2+(5{,}4-6{,}5)^2\\+(5{,}4-6{,}5)^2+(5{,}4-6{,}5)^2\\+(5{,}4-6{,}5)^2\end{matrix}}$$

= 1,73

Data Ke-3 :

$$\sqrt{\begin{matrix}(6-6{,}5)^2+(6-6{,}5)^2+\\(6-6{,}5)^2+(6-6{,}5)^2+(6-6{,}5)^2\end{matrix}}$$

= 1,34

Data Ke-4 :

$$\sqrt{\begin{matrix}(5{,}4-6{,}5)^2+(5{,}2-6{,}5)^2+\\(5{,}4-6{,}5)^2+(5{,}4-6{,}5)^2+(5{,}4-6{,}5)^2\end{matrix}}$$

$= 1{,}97$

Data Ke-5 :

$$\sqrt{\begin{matrix}(7-6{,}5)^2+(7-6{,}5)^2+(7-6{,}5)^2\\+(7-6{,}5)^2+(7-6{,}5)^2\end{matrix}}$$

$= 1{,}64$

Data Ke-6 :

$$\sqrt{\begin{matrix}(5{,}6-6{,}5)^2+(5{,}6-6{,}5)^2+(5{,}6-6{,}5)^2\\+(5{,}6-6{,}5)^2+(5{,}6-6{,}5)^2\end{matrix}}$$

$= 1{,}45$

Data Ke- 7 :

$$\sqrt{\begin{matrix}(5-6{,}5)^2+(5-6{,}5)^2+(5-6{,}5)^2\\+(5-6{,}5)^2+(5-6{,}5)^2\end{matrix}}$$

$= 2{,}6$

Data Ke-8 :

$$\sqrt{\begin{matrix}(6{,}6-6{,}5)^2+(6{,}6-6{,}5)^2+\\(6{,}6-6{,}5)^2+(6{,}6-6{,}5)^2+(6{,}6-6{,}5)^2\end{matrix}}$$

$= 2{,}82$

Data Ke-9 :

$$\sqrt{\begin{matrix}(5{,}6-6{,}5)^2+(5{,}6-6{,}5)^2+(5{,}6-6{,}5)^2\\+(5{,}6-6{,}5)^2+(5{,}6-6{,}5)^2\end{matrix}}$$

$= 1{,}43$

Data Ke-10 :

$$\sqrt{\begin{matrix}(5{,}4-6{,}5)^2+(5{,}4-6{,}5)^2+(5{,}4-6{,}5)^2\\+(5{,}4-6{,}5)^2+(5{,}4-6{,}5)^2\end{matrix}}$$

$= 2{,}93$

D. Perhitungan Jarak Terdekat

Setelah dilakukan perhitungan jarak objek ke pusat langkah selanjutnya adalah perhitungan jarak terdekat, perhitungan dilakukan untuk semua bidang

Tabel 9 Perhitungan Jarak Terdekat

Data Ke -	Jarak Terdekat		
	K1	K2	K3
1	1,84	2,67	3,66
2	1,73	2,13	2,93
3	1,34	1,98	2,93
4	1,97	2,37	3,14
5	1,64	1,42	1,97
6	1,45	1,63	2,39
7	2,6	2,77	3,34
8	2,82	2,39	2,44
9	1,43	2,00	2,90
10	2,93	3,05	3,55

E. Mengelompokan Objek Berdasarkan Jarak Minimum

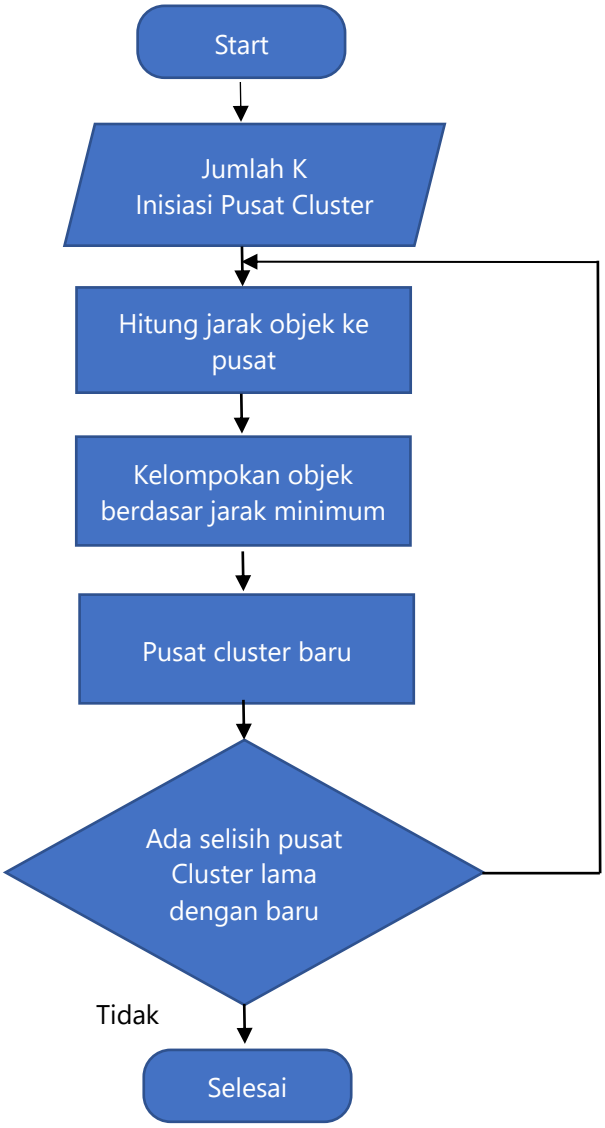
Jarak hasil perhitungan akan dilakukan perbandingan dan dipilih jarak terdekat antara data dengan pusat cluster, jarak ini menunjukkan bahwa data tersebut berada dalam satu kelompok dengan pusat cluster terdekat. Kemudian diperoleh nilai selisih antar objek dan nilai cluster awal. Setelah mengetahui selisih jarak antar obyek dengan cluster awal, maka yang dilakukan adalah mengelompokkan obyek berdasar jarak minimum. Adapun data hasil penentuan penempatan cluster awal dinyatakan pada tabel berikut.

Tabel 10 Penempatan Cluster Awal

Data Ke -	Jarak Terdekat		
	K1	K2	K3
1	OK		
2	OK		
3	OK		
4	OK		
5		OK	
6	OK		
7	OK		

F. Menentukan Pusat Cluster Baru

Untuk mendapatkan pusat cluster baru bisa dihitung dari rata - rata nilai anggota cluster dan pusat cluster. Pusat cluster yang baru digunakan untuk melakukan iterasi selanjutnya, jika hasil yang didapatkan belum konvergen. Proses iterasi akan berhenti jika telah memenuhi maksimum iterasi yang dimasukkan oleh user atau hasil yang dicapai sudah konvergen (pusat cluster baru sama dengan pusat cluster lama). Untuk mengcluster data tersebut menjadi 3 bagian dibutuhkan kerangka berpikir atau flowchart. Flowchart pada gambar di bawah merupakan langkah yang akan diimplementasikan ke dalam sistem yang akan di bangun dan menjelaskan tahap prosedur yang ada dalam sistem



Gambar 1 Flowchart Program

Setelah data dikelompokkan ke dalam beberapa cluster langkah selanjutnya adalah menghitung jarak pusat cluster baru dengan menggunakan rumus euclidean distance, jika terdapat selisih pusat cluster lama dengan baru maka dilakukan proses iterasi atau perulangan pada tahapan menghitung jarak obyek ke pusat.

Tabel 11 Cluster Baru

	A	B	C	D	E
K1	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
K2	7	7	7	7	7
K3	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5

Setelah dilakukan perhitungan terhadap jarak pusat cluster baru kemudian dilakukan perulangan atau iterasi terhadap data cluster baru yang telah diperoleh. Tujuan dilakukan perulangan pada cluster adalah untuk mengetahui peningkatan atau penurunan yang terjadi apabila besar nilai

dalam setiap iterasi ditambahkan. Adapun hasil akhir data cluster yang telah mengalami peningkatan iterasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini, yaitu:

Tabel 12 Cluster Akhir

	A	B	C	D	E
K1	6,51	6,51	6,51	6,51	6,51
K2	7,08	7,08	7,08	7,08	7,08
K3	7,36	7,36	7,36	7,36	7,36

Berdasarkan table diatas dapat dilihat bahwa terdapat perubahan nilai pada cluster akhir setelah dilakukan iterasi atau perulangan, Pada K1 dan K2 terdapat peningkatan nilai cluster untuk setiap variabel sedangkan pada K3 terdapat penurunan nilai cluster sebesar 0,14.

HASIL

Setelah dilakukan semua proses sampai iterasi atau perulangan berhenti maka data dengan cluster tidak berpindah lagi dan merupakan data akhir dari pengujian.

Tabel 13 Akhir Data Cluster

Data Ke -	Jarak Terdekat		
	K1	K2	K3
1	OK		
2	OK		
3	OK		
4	OK		
5			OK
6	OK		
7	OK		
8		OK	
9	OK		
10	OK		

Berdasarkan tabel diatas, terlihat bahwa 8 dari 10 data menunjukkan bahwa jarak terdekat berada pada K1 yang merupakan kategori "Kurang Puas" terhadap pelayanan yang diberikan. Sedangkan sisa data untuk kategori "Cukup Puas" dan "Puas" masing-masing sebanyak 1 data. Perbandingan nilai untuk setiap kategori dapat dinyatakan dalam tabel berikut

Tabel 14 Tabel Perbandingan Kategori

K1 (Kurang Puas)	K2 (Cukup Puas)	K3 (Puas)
8	1	1

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian dari permasalahan yang ada, dapat disimpulkan bahwa studi kasus kepuasan siswa terhadap proses pembelajaran menggunakan teknik clustering dengan menggunakan algoritma K Means dapat dikatakan efektif. Dengan adanya penerapan metode Clustering yang merupakan bagian dari data

mining dengan menggunakan algoritma K-Means dan pengaplikasiannya ke dalam dataset sebanyak 200 responden menghasilkan grafik kepuasan siswa dengan data kurang puas sebanyak 86 siswa atau sejumlah 43 %, cukup puas sebanyak 69 siswa atau sejumlah 34,5 % dan Puas 45 siswa atau sejumlah 22,5 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat kepuasan siswa masih tergolong rendah dan hal ini tentunya dapat menjadi kajian lanjutan bagi instansi terkait untuk meningkatkan kualitas pelayanan yang diberikan.

KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah diuraikan mengenai penerapan algoritma K-Means dalam mengukur kepuasan siswa terhadap proses pembelajaran, maka pada bab ini penulis menarik beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut

1. Data yang digunakan sebagai penelitian disini menggunakan data kuesioner siswa sekolah menengah atas
2. Dari penerapan metode clustering dengan menggunakan algoritma K-Means yang diaplikasikan pada dataset menghasilkan grafik kepuasan siswa dengan data kurang puas sebanyak 86 siswa atau sejumlah 43 %, cukup puas sebanyak 69 siswa atau sejumlah 34,5 % dan puas 45 siswa atau sejumlah 22,5 %.
3. Data yang diperoleh dari proses clustering menggunakan metode K Means, dapat menjadi acuan pada lembaga yang bersangkutan untuk melakukan perbaikan dan evaluasi untuk perbaikan pelayanan dan meningkatkan kualitas mutu pendidikan, dengan memperbaiki proses pembelajaran yang dilakukan.

REFERENCES

[1] Winarta, A., & Kurniawan, W. J. (2021). Optimasi cluster k-means menggunakan metode elbow pada data pengguna narkoba dengan pemrograman python. JTIK (Jurnal Teknik Informatika Kaputama), 5(1), 113-119.

[2] Muningsih, E., Maryani, I., & Handayani, V. R. (2021). Penerapan Metode K-Means dan Optimasi Jumlah Cluster dengan Index Davies Bouldin untuk Clustering Propinsi Berdasarkan Potensi Desa. Evolusi: Jurnal Sains dan Manajemen, 9(1).

[3] Supriyadi, A., Triayudi, A., & Sholihati, I. D. (2021). Perbandingan algoritma k-means dengan k-medoids pada pengelompokan armada kendaraan truk berdasarkan produktivitas. JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika), 6(2), 229-240.

[4] Sari, D. N. P., & Sukestiyarno, Y. L. (2021). Analisis cluster dengan metode K-Means pada persebaran kasus COVID-19 berdasarkan Provinsi di Indonesia. In PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika (Vol. 4, pp. 602-610).

[5] Hermanto, T. I., & Muhyidin, Y. (2021). Analisis Sebaran Titik Rawan Bencana dengan K-Means Clustering dalam Penanganan Bencana. JSAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika), 5(1), 406-416.

[6] Handoko, S., Fauziah, F., & Handayani, E. T. E. (2020). Implementasi Data Mining Untuk Menentukan Tingkat Penjualan Paket Data Telkomsel Menggunakan Metode K-Means Clustering. Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa, 25(1), 76-88.

[7] Hasibuan, D. Z. (2021). Aplikasi Data Mining Dengan K-Means Cluster Untuk Memprediksi Produk Potensial Dan Penentuan Persediaan Produk. Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas Sains Dan Tekhnologi, 1(1).

[8] Ulfhi Burelia, Gellysa Urva, Ari Sellayana (2022). Mengukur tingkat kepuasan masyarakat pada pelayanan Kepolisian Resor (Polres) Dumai Menggunakan Algoritma K-Means Clustering, JUTEKINF, Vol 10, No.1

[9] Prayoga, Y., Tambunan, H. S., & Parlina, I. (2019). Penerapan Clustering Pada Laju Inflasi Kota Di Indonesia Dengan Algoritma K-Means. Brahmana: Jurnal Penerapan Kecerdasan Buatan, 1(1), 24-30.

[10] Ratri Enggar Pawening., Fatmawati., Siti Aisyah., (2021). Algoritma K-Means untuk Mengukur Kepuasan Mahasiswa Menggunakan E-Learning. Journal of Technology and Informatics (JoTI) Vol.3, No. 1

[11] Dinata, R. K., Novriando, H., Hasdyna, N., & Retno, S. (2020). Reduksi 45 atribut menggunakan information gain untuk optimasi cluster algoritma k-means. J. Edukasi dan Penelit. Inform, 6(1), 48-53.
[12] Butsianto, S., & Mayangwulan, N. T. (2020). Penerapan Data Mining Untuk Prediksi Penjualan Mobil Menggunakan Metode K-Means Clustering. J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf, 3(3), 187-201.
[13] Sugianto, C. A., Rahayu, A. H., & Gusman, A. (2020). Algoritma k-means untuk pengelompokkan penyakit pasien pada puskesmas cigugur tengah. Journal of Information Technology, 2(2), 39-44.