

Pengukuran Tingkat Kepuasan Mahasiswa Terhadap Bahan Ajar Mata Kuliah PTI Menggunakan Algoritma K-Means Clustering

Measurement of Student Satisfaction Level towards PTI Course Teaching Materials Using K-Means Clustering Algorithm

Rio Andika Malik¹, Wilis Firmansyah²

^{1,2}Program Studi Bisnis Digital, Fakultas Ekonomi Bisnis dan Ilmu Sosial, Universitas Perintis Indonesia
e-mail: rioandikamalik@upertis.ac.id¹, wilisfirmansyah94@gmail.com²

Received:	Revised:	Accepted:	Available online:
16.09.2023	11.10.2023	17.10.2023	30.10.2023

Abstrak: Media pembelajaran memiliki kedudukan yang sangat penting dalam mencapai tujuan pembelajaran secara efektif. Berbagai penelitian yang dilakukan terhadap penggunaan media dalam pembelajaran sampai pada kesimpulan bahwa proses dan hasil belajar setiap siswa menunjukkan perbedaan yang signifikan antara pembelajaran tanpa media dan pembelajaran menggunakan media. Penelitian ini menggunakan ilmu komputasi dan metode numerik dengan pendekatan model formulatif dimana pengolahan algoritma clustering menggunakan pemodelan K-Means memetakan dataset yang paling tepat sehingga dapat membantu menganalisis atau mengukur tingkat kepuasan suatu media pembelajaran. Hasil yang diperoleh dari evaluasi akan memberikan petunjuk kepada dosen tentang bagian mana dari media pembelajaran yang baik dan bagian mana yang kurang baik sehingga belum dapat mencapai tujuan pengembangan media pembelajaran yang dalam hal ini. Dengan menggunakan k-means diperoleh hasil evaluasi media pembelajaran studi kasus mata kuliah Pengenalan Teknologi Informasi menjadi 2 cluster. Dapat disimpulkan bahwa clustering hasil cluster dengan pemodelan K-Means mampu untuk menghasilkan akurasi cluster yang presisi.

Kata kunci: Klastering; K-Means; Media Pembelajaran; Evaluasi

Abstract: Learning media has a very important position in achieving learning objectives effectively. Various studies conducted on the use of media in learning have come to the conclusion that the learning process and outcomes of each student show significant differences between learning without media and learning using media. This research uses computational science and numerical methods with a formulative model approach where the processing of clustering algorithms using K-Means modeling maps the most appropriate dataset so that it can help analyze or measure the level of satisfaction of a learning media. The results obtained from the evaluation will provide clues to lecturers about which parts of the learning media are good and which parts are not good so that they have not been able to achieve the goals of developing learning media in this case. By using k-means, the results of the evaluation of learning media is able to produce precise cluster accuracy.

Keywords: Clustering; K-Means; instructional Media; evaluation

1. PENDAHULUAN

Media Pembelajaran memiliki kedudukan yang sangat penting dalam mencapai tujuan pembelajaran secara efektif. Media dalam proses pembelajaran dapat mempertinggi proses belajar peserta didik dalam pembelajaran yang pada gilirannya diharapkan dapat mempertinggi hasil belajar yang dicapainya [1]. Berbagai penelitian yang dilakukan terhadap penggunaan media dalam pembelajaran sampai pada kesimpulan, bahwa proses dan hasil belajar pada setiap peserta didik menunjukkan perbedaan yang signifikan antara pembelajaran tanpa media dengan pembelajaran menggunakan media [2]. Oleh karena itu penggunaan media pembelajaran sangat dianjurkan untuk mempertinggi kualitas pembelajaran.

Apabila media pembelajaran dirancang sebagai bagian yang berkaitan dari proses pembelajaran, maka ketika melakukan evaluasi terhadap pembelajaran itu sudah termasuk pula evaluasi terhadap media yang digunakan. Evaluasi media pembelajaran adalah suatu proses untuk mengetahui apakah media yang digunakan dalam belajar-mengajar itu telah mencapai tujuan atau tidak [3]. Kekuatan dan kelemahan dari media pembelajaran yang telah dibuat oleh dosen biasanya dapat diketahui dengan lebih jelas dan setelah program tersebut dilaksanakan di kelas dan dievaluasi dengan seksama [4].

Tingkat kepuasan dalam konteks pembelajaran adalah aspek yang sangat penting dan memiliki urgensi dalam pengukuran. Tingkat kepuasan siswa adalah indikator penting untuk mengukur sejauh mana media pembelajaran telah mencapai tujuan pembelajaran. Siswa yang puas cenderung lebih efektif dalam belajar dan memahami materi [5]. Oleh karena itu, mengukur tingkat kepuasan adalah langkah penting untuk menilai efektivitas media pembelajaran. Selain itu melalui pengukuran tingkat kepuasan, pengembang media pembelajaran dapat mengidentifikasi elemen-elemen yang baik dan kurang baik

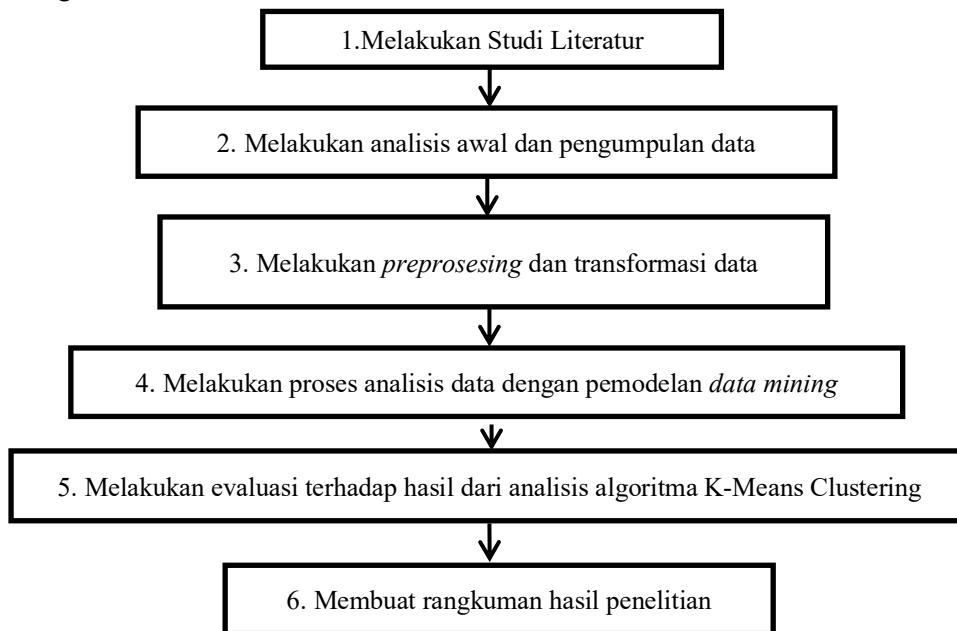
dalam media tersebut. Ini memberikan wawasan yang berharga untuk melakukan perbaikan dan peningkatan. Tanpa pengukuran ini, dosen sebagai pengembang mungkin sulit mengetahui aspek mana yang perlu ditingkatkan. Hasil yang diperoleh dari evaluasi akan memberi petunjuk kepada dosen tentang bagian-bagian mana dari media pembelajaran tersebut yang sudah baik dan bagian mana pula yang belum baik sehingga belum dapat mencapai tujuan dari pengembangan media pembelajaran yang dalam hal ini diharapkan terkait dengan pencapaian tujuan pembelajaran yang telah disusun [6], [7]. Atas dasar hasil evaluasi tersebut dapat dilakukan perbaikan-perbaikan yang diperlukan, baik pada waktu media tersebut sedang digunakan maupun setelah digunakan [6].

Pemanfaatan data mining dapat mendeskripsikan tingkat kepuasan terhadap media pembelajaran tersebut sejauh mana penerimaan media pembelajaran berdasarkan hasil pemetaan dan pengelompokan data mentah menjadi garis besar informasi yang bisa dijadikan sebagai aspek penunjang keputusan dalam peningkatan kualitas media pembelajaran secara menyeluruh[1]. Dalam penelitian sebelumnya pemanfaatan K-Means mampu menunjukkan seberapa efektif metode yang diusulkan terhadap hasil pengelompokan pemetaan motivasi belajar mahasiswa [8], [9].

Istilah utama dari transformasi dalam tahap data mining adalah proses ekstraksi dan ringkasan kumpulan data yang berasal dari database berukuran besar. Tujuan utamanya adalah untuk menemukan pola-pola yang berguna dan mengandung pengetahuan yang dapat digunakan untuk membantu pengambil keputusan dalam merumuskan kebijakan yang tepat untuk pengembangan media pembelajaran lanjutan. Penelitian serupa dengan mengenai perbandingan pengklusteran data menggunakan metode k-means hasilnya sangat relevan dalam memberikan hasil cluster terbaik dari permasalahan yang dihadapi.

2. METODE

Salah satu cara untuk menjelaskan metode ini adalah dengan menguraikan langkah-langkah analisis dari data secara menyeluruh serta proses manual pengolahan data yang akan dilakukan menggunakan metode Klasterisasi K-Means berdasarkan kerangka kerja penelitian[4]. Secara keseluruhan[10], tahapan analisis dan pembahasan pada bab ini dapat dijelaskan dalam bentuk diagram alur[11] sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian [12]

Sebelum memulai tahapan penggalian informasi dalam *Knowledge Discovery in Database (KDD)*, diperlukan langkah pemilihan atau seleksi data dari kumpulan data mentah yang telah terhimpun. Proses ini bertujuan untuk memilih data yang relevan dan akan digunakan dalam proses memaknai data atau data mining. Selanjutnya, dalam proses penemuan knowledge untuk memungkinkan dilakukannya proses data mining, diperlukan tahapan pembersihan terhadap data hasil

seleksi yang menjadi acuan utama. Tahap pembersihan data ini melibatkan beberapa langkah, seperti mencari dan menghapus duplikasi data, memeriksa konsistensi data, serta memperbaiki kesalahan pada data, termasuk kesalahan cetak (typografi).

Sebagai sarana untuk menganalisis, data yang digunakan sebagai input dalam penelitian ini adalah hasil dari kuesioner yang sebelumnya telah disebarkan kepada mahasiswa yang menjadi subjek penelitian. Pengumpulan data primer melalui kuesioner merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan melalui tulisan, survei online, atau wawancara dengan mengirimkan serangkaian pertanyaan kepada responden[13]. Data yang diperoleh dari kuesioner berupa jawaban yang diberikan oleh responden, yang kemudian akan diubah menjadi variabel penelitian. Variabel data diperoleh melalui penyebaran angket menggunakan model skala Likert kepada responden yang merupakan subjek penelitian ini[4]. Dalam upaya untuk memperoleh pendapat, sikap, dan opini, berbagai tanggapan dikumpulkan dengan menggunakan lima skala Likert. Penelitian ini menggunakan skala Likert untuk mengukur tingkat kepuasan penggunaan media pembelajaran dalam dua variabel, yaitu aspek non-teknis dan aspek teknis. Peneliti mengumpulkan data sampel sebanyak 10 tanggapan dari kuesioner. Diharapkan bahwa kedua variabel yang menjadi fokus penelitian ini mampu mewakili kebutuhan pengumpulan data secara keseluruhan.

K-Means Clustering

Metode K-Means clustering merupakan salah satu metode clustering yang paling umum dan sederhana. K-Means memiliki kemampuan untuk mengelompokkan dan memetakan data dalam jumlah besar dengan waktu komputasi yang efisien dan cepat[14]. Konsep "K" dalam K-Means clustering merujuk pada jumlah kluster yang diinginkan atau dibentuk, sementara "Means" mengacu pada nilai rata-rata dari setiap kelompok data yang disebut sebagai cluster. Dengan demikian, K-Means Clustering adalah sebuah metode pemodelan dan analisis data mining yang mengelompokkan data dengan sistem partisi atau tanpa supervisi (unsupervised). Metode K-Means Clustering bertujuan untuk mengelompokkan atau memetakan data ke dalam kelompok-kelompok yang berbeda. Setiap kelompok memiliki karakteristik yang sama antara data-data di dalamnya, namun berbeda dari karakteristik data di kelompok lainnya.

Langkah-langkah dalam proses analisis data set menggunakan pemodelan algoritma K-Means Clustering melibatkan langkah-langkah berikut[15]. Pertama, memulai algoritma K-Means Clustering dengan menginisialisasi pusat kluster atau centroid[16]. Selanjutnya, dilakukan iterasi untuk mengelompokkan data ke kluster yang sesuai berdasarkan jarak Euclidean antara data dan pusat kluster. Selama iterasi, proses ini berlanjut hingga tidak ada perubahan pusat kluster pada iterasi ke-n. Selama proses ini, jumlah data set yang digunakan sebagai input adalah sebanyak n data, dan jumlah inisialisasi pusat kluster ditentukan. Jarak Euclidean digunakan sebagai metrik untuk mengukur kesamaan antara data dan pusat kluster. Berikut merupakan algoritma K-Means Clustering[4]:

1. Masukkan data yang akan dikluster atau dikelompokkan.
2. Tentukan nilai K sebagai jumlah kluster yang akan dibentuk.
3. Inisialisasi K dari data sebanyak jumlah kluster secara acak sebagai pusat kluster (*centroid*).
4. Hitung jarak antara masing-masing data dengan pusat kluster (*Centroid*), dengan menggunakan persamaan *Euclidean Distance*[17].

$$d(x, y) = \left[\sum_{i=1}^n |x_n - y_n|^2 \right]^{1/2}$$

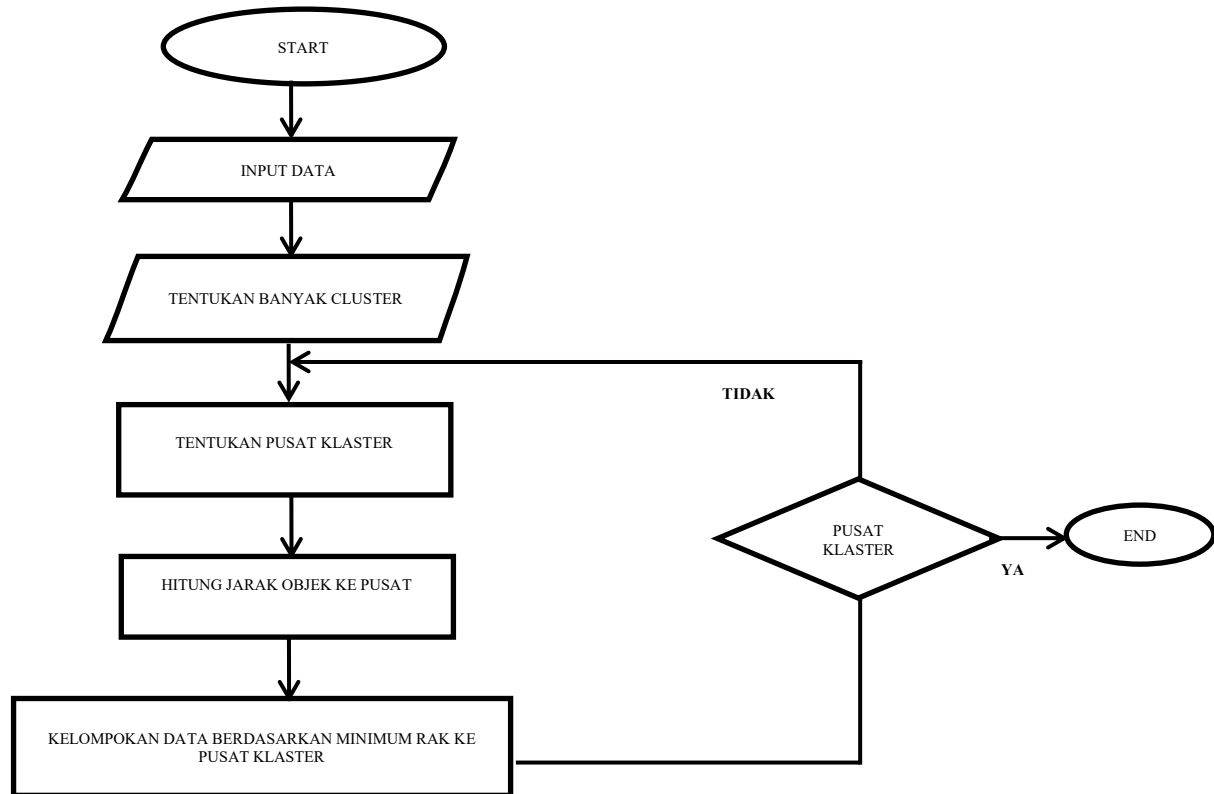
Dimana:

- $d(x,y)$ = jarak data x ke pusat kluster j
- x_n = data ke n pada atribut ke x
- y_n = titik pusat ke n pada atribut y
- n = banyaknya objek

5. Kelompokkan setiap data berdasarkan jarak terdekat antara data dengan *centroid*nya.
6. Tentukan posisi pusat kluster (*centroid*) baru (k)

Jika tidak ada perubahan pada pusat kluster, proses klusterisasi dianggap selesai. Namun, jika terdapat perubahan, langkah ke-4 harus diulangi hingga tidak ada lagi perubahan pada pusat kluster (*centroid*) [18]. Tujuan dari pengelompokan data ini adalah untuk mencapai minimasi fungsi objektif

yang telah ditetapkan dalam proses pengelompokan atau pemetaan data. Tujuan ini umumnya mencakup upaya untuk mengurangi variasi di dalam setiap kelompok dan memaksimalkan variasi antara kelompok-kelompok tersebut. Di bawah ini adalah diagram flowchart yang menggambarkan algoritma pemodelan *K-Means Clustering*[19], menunjukkan tahapan dan langkah-langkah dalam proses tersebut. Diagram ini didasarkan pada asumsi bahwa jumlah data set adalah n dan jumlah inisialisasi pusat kluster (*centroid*).



Gambar 2. Flowchart Algoritma *K-Means Clustering*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, skala Likert digunakan untuk mengukur tingkat kepuasan terhadap media pembelajaran dalam dua variabel, yaitu aspek non-teknis dan aspek teknis. Evaluasi dilakukan oleh peneliti dengan menggunakan dataset sebanyak 10 kuesioner. Kedua variabel yang digunakan dalam penelitian diharapkan dapat mencakup kebutuhan keseluruhan dalam pengumpulan data. Di bawah ini adalah notasi profil data yang menggambarkan hasil pengumpulan kuesioner dalam penelitian ini, yang menunjukkan data nilai profil mahasiswa yang mengambil mata kuliah pengantar teknologi informasi.

Tabel 1. Notasi Nilai Profil berdasarkan jenis kelamin

Jenis Kelamin	Jumlah
Laki-Laki	3
Perempuan	7

Tabel 2 Notasi Nilai Profil berdasarkan Usia

Usia	Jumlah
18-24 Tahun	6
25-32 Tahun	1
33-40 Tahun	3

Tabel 3 Notasi Nilai Profil berdasarkan Status Pernikahan

Status Pernikahan	Jumlah
Menikah	2
Single	8

Tabel 4. Hasil proses prapengolahan

Responden	Indikator Tingkat Kepuasan								
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
R-01	4	4	5	4	3	4	4	4	4
R-02	5	4	5	4	4	4	3	3	4
R-03	4	4	3	4	3	2	3	3	3
R-04	4	4	3	4	5	3	4	4	3
R-05	4	5	5	4	5	5	5	5	5
R-06	4	2	2	3	4	4	2	2	3
R-07	3	3	3	2	3	3	3	4	4
R-08	4	4	4	4	4	4	4	4	4
R-09	5	5	5	5	5	5	4	5	5
R-10	5	5	4	5	5	5	5	5	5

Pengujian K-Means Clustering:

- Masukkan data yang akan diklaster atau dikelompokan.
- Tentukan nilai K sebagai jumlah klaster yang akan dibentuk.
 $K=2$
- Inisialisasi K dari data sebanyak jumlah klaster secara acak sebagai pusat klaster (*centroid*).

Tabel 5. Tabel pusat Klaster Awal

Centroid Awal	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
R-03	4	4	3	4	3	2	3	3	3
R-09	5	5	5	5	5	5	4	5	5

- Hitung jarak antara masing-masing data dengan pusat klaster (*Centroid*), dengan menggunakan persamaan *Euclidean Distance*.

Tabel 6. *Ecludian Distance* ke pusat Klaster Awal

Data ke-	Centroid 1	Centroid 2	K-Means 0	K-Means 1
1	3,316625	3,162278	0	1
2	3,316625	3,162278	0	1
3	0	5,385165	1	0
4	2,645751	4	1	0
5	5,477226	1,732051	0	1
6	3,605551	6,480741	1	0
7	3	5,656854	1	0
8	3	2,828427	0	1
9	5,385165	0	0.	1.
10	5,385165	1,414214	.0	.1

- Kelompokkan setiap data berdasarkan jarak terdekat antara data dengan centroidnya

Tabel 7. Anggota Klaster Iterasi ke-1

Klaster	Anggota Klaster (Data ke-n)	Jumlah anggota
C1	3,4,6,7	4
C2	1,2,5,8,9,10	6

6. Tentukan posisi pusat klaster (*centroid*) baru (*k*)
Jika pusat *cluster* tidak berubah maka proses klaster telah selesai, jika belum maka ulangi langkah ke-4 sampai pusat *cluster* (*centroid*) tidak berubah lagi

Tabel 8. Tabel Pusat Klaster iterasi ke-2

Centroid Baru	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
C1	3,75	3,25	2,75	3,25	3,75	3	3	3,25	3,25
C2	4,5	4,5	4,67	4,33	4,33	4,5	4,17	4,33	4,5

Perhitungan *K-Means* pada iterasi 1 dan iterasi 2 tidak menunjukkan adanya *cluster* yang mengalami perpindahan dan sampai tahap ini *clustering* data sudah stabil dan konvergen. Maka dalam hal ini tahapan analisis dan pengolahan data menggunakan pemodelan *K-Means Clustering* telah selesai dan selanjutnya dapat diambil kesimpulan dari clustering data cluster tersebut. Melalui pemodelan *K-Means Clustering*, ditemukan bahwa klaster C1 (tidak puas) terdiri dari 4 anggota, sedangkan klaster C2 (puas) terdiri dari 6 anggota.

Pemanfaatan data mining dapat memberikan deskripsi tentang tingkat kepuasan terhadap media pembelajaran dan sejauh mana media pembelajaran tersebut diterima. Melalui pemetaan dan pengelompokan data mentah, informasi umum dapat dihasilkan yang dapat digunakan sebagai aspek pendukung dalam pengambilan keputusan untuk meningkatkan kualitas media pembelajaran secara menyeluruh. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut dimana dengan menggunakan *K-Means clustering*, dosen dan pengembang media pembelajaran dapat memahami lebih baik aspek-aspek mana dari media pembelajaran yang perlu ditingkatkan. Rekomendasi dapat mencakup perbaikan pada konten, desain, interaktivitas, atau elemen-elemen lain yang mempengaruhi tingkat kepuasan siswa.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini mencakup hasil analisis yang telah dilakukan serta hasil pengujian hipotesis. Penelitian ini menghasilkan pemetaan yang dapat membantu dalam menganalisis atau mengukur tingkat kepuasan terhadap media pembelajaran. Perbaikan ini dapat membantu mencapai tujuan pengembangan media pembelajaran yang lebih efektif. Selain itu hasil clustering dapat memberikan wawasan tentang preferensi siswa terhadap media pembelajaran. Dosen dapat mempertimbangkan untuk mengadopsi pendekatan pembelajaran yang lebih personalisasi, di mana siswa dapat mengakses materi yang sesuai dengan tingkat kepuasan mereka. Hal ini dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dan pengalaman siswa.

Berdasarkan temuan, pembahasan, dan kesimpulan dari penelitian ini, berikut beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi masukan dan pertimbangan untuk penelitian ini dan penelitian selanjutnya dimana penelitian ini hanya fokus pada analisis klasterisasi menggunakan Algoritma *K-Means Clustering* untuk memberikan hasil klaster dan pemetaan yang optimal dalam mengukur tingkat kepuasan evaluasi media pembelajaran. Sebagai saran, disarankan untuk membangun sebuah sistem penunjang keputusan atau sistem informasi yang mampu mewakili proses data mining agar hasilnya lebih bermanfaat. Untuk mendapatkan hasil klasterisasi yang lebih optimal, penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan modifikasi algoritma klasterisasi yang digunakan atau menggabungkannya dengan algoritma lain dalam proses *KDD (Knowledge Discovery in Databases)*.

Dalam penelitian ini hanya menggunakan studi kasus mata kuliah tertentu, tetapi disarankan untuk menerapkan evaluasi serupa pada berbagai konten pembelajaran. Hal ini akan membantu pengembang media pembelajaran untuk memahami perubahan preferensi dan kebutuhan siswa seiring berjalannya waktu. Penelitian berikutnya dapat merencanakan penelitian lanjutan untuk membandingkan metode evaluasi tingkat kepuasan, termasuk penggunaan algoritma clustering, dengan

metode lain seperti survei, analisis statistik, atau pendekatan kualitatif. Ini dapat membantu mengonfirmasi keefektifan pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini. Terlepas dari penggunaan K-Means, peneliti dapat juga menggali kemungkinan penggunaan algoritma clustering lainnya atau kombinasi beberapa algoritma untuk mendapatkan wawasan yang lebih mendalam tentang evaluasi media pembelajaran. Dengan mengimplementasikan saran-saran ini, diharapkan penelitian ini dan penelitian masa depan dapat memberikan kontribusi yang lebih besar dalam analisis klusterisasi dan evaluasi media pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. P. Murni *et al.*, “APLIKASI PEMETAAN KUALITAS PENDIDIKAN DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE K-MEANS Analisis perancangan yang digunakan dalam pembuatan sistem ini menggunakan UML (Unified Modeling Language) dimana setiap aktivitas pada sistem akan dikelompokkan secara sendiri,” *Apl. Pemetaan Kualitas Pendidik. Di Indones. Menggunakan Metod. K-Means*, vol. 17, no. 2, pp. 13–23, 2018.
- [2] R. Ananda and A. Z. Yamani, “Penentuan Centroid Awal K-means pada proses Clustering Data Evaluasi Pengajaran Dosen,” *J. RESTI*, vol. 1, no. 3, pp. 544–550, 2017.
- [3] W. Lestari and S. Sumarlinda, “Clustering Model of Lecturers Performa in Publication Using K-Means for Decision Support Data,” *Int. J. ...*, vol. 1, no. 10, pp. 88–95, 2021, [Online]. Available: <https://multisciencejournal.com/index.php/ijm/article/view/139%0Ahttps://multisciencejournal.com/index.php/ijm/article/download/139/104>.
- [4] R. A. Malik, “PERBANDINGAN ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING DENGAN FUZZY C- MEANS DALAM MENGUKUR TINGKAT KEPUASAN TERHADAP TELEVISI Latar Belakang Masalah Media Televisi Dakwah Surau TV merupakan sebuah media penyiaran yang menyajikan siaran seputar Agama Islam . Media ini,” vol. 3, no. 1, pp. 10–21, 2018, [Online]. Available: <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/1110755>.
- [5] A. R. A. H. Hamid and G. Wangge, “The importance of evidence based education and policy in public health: Lessons learned from a repeated pandemic,” *Med. J. Indones.*, vol. 30, no. 3, pp. 175–176, 2021, doi: 10.13181/mji.ed.215821.
- [6] I. Magdalena, N. Hidayati, R. H. Dewi, S. W. Septiara, and Z. Maulida, “Pentingnya Evaluasi dalam Proses Pembelajaran dan Akibat Memanipulasinya,” *Masaliq*, vol. 3, no. 5, pp. 810–823, 2023, doi: 10.58578/masaliq.v3i5.1379.
- [7] S. Suarga, “Hakikat, Tujuan Dan Fungsi Evaluasi Dalam Pengembangan Pembelajaran,” *Inspiratif Pendidik.*, vol. 8, no. 1, pp. 327–338, 2019, doi: 10.24252/ip.v8i1.7844.
- [8] I. Vhallah, S. Sumijan, and J. Santony, “Pengelompokan Mahasiswa Potensial Drop Out Menggunakan Metode Clustering K-Means,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 2, no. 2, pp. 572–577, 2018, doi: 10.29207/resti.v2i2.308.
- [9] D. A. Tarigan, “Optimization of the K-Means Clustering Algorithm Using Davies Bouldin Index in Iris Data Classification,” vol. 4, no. 1, pp. 545–552, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i1.964.
- [10] T. Susilowati, D. Sugiarto, and I. Mardianto, “Terakreditasi SINTA Peringkat 2 Uji Validasi Algoritme Self-Organizing Map (SOM) dan K-Means untuk Pengelompokan Pegawai,” *Masa Berlaku Mulai*, vol. 1, no. 3, pp. 1171–1178, 2017.
- [11] R. S. D. Wijaya, Adiwijaya, Andriyan B Suksmono, and Tati LR Mengko, “Segmentasi Citra Kanker Serviks Menggunakan Markov Random Field dan Algoritma K-Means,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 1, pp. 139–147, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i1.2816.
- [12] H. Hairani, D. Susilowati, I. Puji Lestari, K. Marzuki, and L. Z. A. Mardedi, “Segmentasi Lokasi Promosi Penerimaan Mahasiswa Baru Menggunakan Metode RFM dan K-Means Clustering,” *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 21, no. 2, pp. 275–282, 2022, doi: 10.30812/matrik.v21i2.1542.
- [13] A. R. R., “K-Means to Determine the e-commerce Sales Model in Indonesia,” vol. 3, no. 2, pp. 166–172, 2020, [Online]. Available: <https://bps.go.id>.
- [14] K. P. Sinaga and M. S. Yang, “Unsupervised K-means clustering algorithm,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 80716–80727, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2988796.
- [15] A. Nurzahputra, A. R. Pranata, and A. Puwinarko, “Decision Support System for Football Players Lineup Selection using Fuzzy Multiple Attribute Decision Making and K-Means Clustering Methods,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 5, no. 3, pp. 106–109, 2017, doi: 10.14710/jtsiskom.5.3.2017.106-109.
- [16] Pelsri Ramadar Noor Saputra and A. Chusyairi, “Perbandingan Metode Clustering dalam Pengelompokan Data Puskesmas pada Cakupan Imunisasi Dasar Lengkap,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 4, no. 6, pp. 5–12, 2020, doi: 10.29207/resti.v4i6.2556.
- [17] A. Ali, “Klusterisasi Data Rekam Medis Pasien Menggunakan Metode K-Means Clustering di Rumah Sakit Anwar Medika Balong Bendo Sidoarjo,” *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 19, no. 1, pp. 186–195, 2019, doi: 10.30812/matrik.v19i1.529.
- [18] E. Ainun Novia, W. Isti Rahayu, and S. Fachri Pane, “Implementasi Algoritma K-Means Clustering Tingkat Kepentingan Tagihan Rumah Sakit Di Pt Pertamina (Persero),” *Jl. Sariasih*, vol. 54, p. 40151, 2020.
- [19] S. H. Handoko, E. Sediono, and S. Suhartono, “Sistem Informasi Geografis Berbasis Web untuk Pemetaan Sebaran Alumni Menggunakan Metode K-Means,” *J. Sist. Inf. Bisnis*, vol. 1, no. 2, pp. 81–86, 2014, doi: 10.21456/vol1iss2pp80-85.