

PENERAPAN ALGORITMA K-MEAN UNTUK MENENTUKAN TINGKAT KEPUASAN MAHASISWA TERHADAP SISTEM *ONLINE LEARNING UHAMKA* (OLU)

IMPLEMENTATION OF THE K-MEAN ALGORITHM TO DETERMINE THE LEVEL OF STUDENT SATISFACTION WITH THE ONLINE LEARNING UHAMKA SYSTEM (OLU)

LUFFY ARDIANSYAH¹, SUBHAN AJIZ AWALLUDIN^{2*}

¹Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP UHAMKA
Jalan Tanah Merdeka, Kp. Rambutan, Jakarta Timur, ardiansyah.luffy@gmail.com

^{2*} Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP UHAMKA
Jalan Tanah Merdeka, Kp. Rambutan, Jakarta Timur, subhanajiz@uhamka.ac.id

Abstrak

Dalam memberikan pelayanan akademik, sistem *Online Learning Uhamka* (OLU) terdapat hambatan dan tantangan yang dihadapi diantaranya adalah jaringan yang tidak stabil, server yang bermasalah mengakibatkan tidak dapat diakses, dan beberapa mahasiswa serta dosen yang belum mengenal atau terbiasa menggunakan OLU. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur tingkat kepuasan mahasiswa terhadap OLU. Algoritma k-means digunakan untuk mengukur kluster kepuasan mahasiswa. Selanjutnya, untuk menilai keefektifan k-means digunakan indeks Davies Bouldin. Indikator yang digunakan untuk menilai kepuasan meliputi: (1) kemudahan penggunaan (*usability*); (2) kualitas konten (*content quality*); dan (3) kualitas interaksi (*interaction quality*). Klustering yang digunakan pada algoritma k-means sebanyak 2 kluster, yaitu puas dan tidak puas. Hasil penelitian menunjukkan 309 responden tergolong kluster 1 (puas) dan 94 responden tergolong kluster 2 (tidak puas). Dari ketiga indikator penilaian yang memiliki nilai terendah adalah indikator kualitas interaksi (*interaction quality*) dengan nilai *centroid* pada kluster 1 yaitu 19,33980583 dan nilai *centroid* pada kluster 2 yaitu 14,08510638. Keandalan algoritma *k-means* ditunjukkan dengan nilai index Davies Bouldin sebesar 0,3806830859 dengan kategori baik.

Kata kunci : *Kepuasan, Online Learning Uhamka, K-Means, Davies Bouldin*

Abstract

Uhamka Online Learning (OLU) system faces difficulties in providing academic services, including unstable networks, unreliable servers that make it difficult to access content, and certain students and lecturers who are not acclimated to utilizing OLU. The objective of the study is to measure students' satisfaction on OLU. K-Means algorithm was used to measure students' satisfaction. Furthermore, to assess the effectiveness of the k-means, the Davies Bouldin index was applied. Usability, content quality, and interaction quality are three criteria used to measure satisfaction. The contented and dissatisfied groups make up the k-means algorithm's clustering. The results show that 309 respondents were in cluster 1 (satisfied) and 94 respondents from cluster 2 (dissatisfied). The interaction quality indicator, which has centroid values of 19.33980583 in cluster 1 and 14.08510638 in cluster 2, has the lowest score among the three assessment indicators. The Davies Bouldin index value, which falls into the good group and is 0.3806830859, indicates the reliability of the k-means method.

Key Words: *Satisfaction, Online Learning Uhamka, K-Means, Davies Bouldin*

Pendahuluan

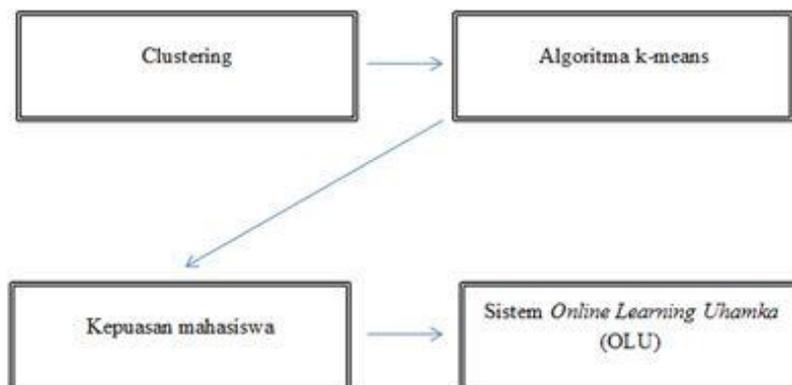
Dalam memberikan pelayanan akademik, sistem *Online Learning Uhamka* (OLU) terdapat hambatan dan tantangan yang dihadapi diantaranya adalah jaringan yang tidak stabil, server yang bermasalah mengakibatkan tidak dapat diakses, dan beberapa mahasiswa serta dosen yang belum mengenal atau terbiasa menggunakan OLU. Media yang digunakan dalam pembelajaran jarak jauh adalah media pembelajaran secara daring yaitu aplikasi *WhatsApp*, *Telegram*, *aplikasi Zoom Meeting*, *Google Meet* dan situs *Learning Management System* (LMS). *Learning Management System* (LMS) adalah sistem yang digunakan untuk mengatur dan menyediakan akses ke layanan pembelajaran daring untuk mahasiswa dan dosen. Pada umumnya, layanan ini berisi beberapa fasilitas seperti mengontrol akses terbatas untuk orang yang berwenang, menyediakan berbagai jenis konten pembelajaran dan menyediakan berbagai jenis alat komunikasi[1].

Online Learning Uhamka (OLU) adalah *Learning Management System* (LMS) yang dibuat dan dikembangkan oleh Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka untuk memfasilitasi mahasiswa dan dosen Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka untuk mengontrol kelas, memberikan bahan ajar bagi dosen, mengumpulkan tugas bagi mahasiswa. *Online Learning Uhamka* (OLU) merupakan salah satu bentuk pelayanan akademik yang memiliki komponen penting dalam rangka mencapai tujuan pembelajaran. Pelayanan akademik yang baik akan berpengaruh terhadap kualitas pendidikan [2]. Dalam memberikan pelayanan akademik, sistem *Online Learning Uhamka* (OLU) terdapat hambatan dan tantangan yang dihadapi diantaranya adalah jaringan yang tidak stabil, server yang bermasalah mengakibatkan tidak bisa diakses, ada beberapa mahasiswa dan dosen yang belum mengenal atau terbiasa menggunakan sistem *Online Learning Uhamka* (OLU). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Aprilliani,dkk (2021) dalam pembelajaran daring menggunakan LMS *Schoology* memiliki hambatan yaitu jaringan yang tidak stabil dan penelitian yang dilakukan oleh Dewi (2021) yaitu kurang mengetahui fitur-fitur pada aplikasi LMS yang digunakan[3];[4]. Adanya hambatan dalam penggunaan LMS berpengaruh dengan kepuasan mahasiswa[5]. Oleh karena itu diperlukan adanya penelitian yang mengukur tingkat kepuasan terhadap LMS khususnya pada *Online Learning Uhamka* (OLU). Tolak ukur yang menjadi acuan untuk mengetahui penilaian kepuasan mahasiswa yaitu metode *webqual*[2];[6]. Metode *webqual* terdiri dari 3 dimensi yaitu kemudahan penggunaan (*usability*), kualitas informasi (*information quality*), kualitas interaksi (*interaction quality*)[6];[7]. Menurut Wibowo,dkk (2015) untuk menilai kepuasan pengguna terhadap LMS ada 3 aspek penilaian yaitu aspek penggunaan software LMS, aspek konten penyajian, dan aspek tampilan[8]. Sedangkan menurut Retnoningsih (2015) untuk menilai kepuasan pengguna terhadap LMS ada 4 kriteria yaitu *Usefulness*, *Ease of Use*, *Ease of Learning*, dan *Satisfaction*[9]. Adanya data kepuasan mahasiswa terhadap pelayanan akademik khususnya pada sistem *Online Learning Uhamka* (OLU) dapat menjadi sumber pengetahuan dan informasi baru bagi pengelola bidang pengembangan teknologi informasi untuk evaluasi.

Guna menggali informasi baru yang tepat, diperlukan analisis data untuk mengetahui tingkat kepuasan mahasiswa terhadap sistem *Online Learning Uhamka* (OLU). Salah satu teknik untuk mengukur tingkat kepuasan adalah dengan menggunakan teknik klastering. Teknik klastering merupakan salah satu disiplin ilmu *machine learning* yang efisien untuk analisis data[10]. Keunggulan teknik klastering mudah untuk diadaptasi, diimplikasikan dan dijalankan serta umum digunakan pada berbagai bidang [11]. Salah satu teknik klastering yang sering digunakan adalah algoritma *k-means*. Algoritma *k-means* adalah algoritma klasterisasi yang mengelompokkan data berdasarkan titik pusat klaster (*centroid*) terdekat dengan data [12]. Tujuan dari algoritma *k-means* untuk mengidentifikasi kelompok data yang memiliki kemiripan dalam satu klaster [2]. Ukuran kemiripan yang digunakan dalam klaster adalah fungsi jarak[2];[13]. Sehingga data dikatakan memiliki kemiripan dalam satu klaster yaitu berdasarkan jarak terpendek antara data dengan titik pusat klaster (*centroid*) [12]. Keunggulan dari algoritma *k-means* adalah relatif mudah, dapat mengolah berbagai tipe data dan mampu mengolah data dalam jumlah besar[13];[14]. Salah satu metode untuk mengukur keandalan algoritma *k-means* dalam mengklaster adalah dengan menggunakan nilai *Davies Bouldin index*[15]. *Davies Bouldin Index* adalah suatu metode evaluasi klaster internal dimana baik atau tidaknya hasil klaster dilihat dari kuantitas dan kedekatan antar data hasil klaster [16]. Berdasarkan uraian diatas, penulis melakukan penelitian tentang Penerapan Algoritma *K-Mean* untuk Menentukan Tingkat Kepuasan Mahasiswa Terhadap Sistem *Online Learning Uhamka* (OLU).

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan klasterisasi data mining dengan kerangka pemikiran sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan kuesioner mahasiswa tentang kepuasan terhadap sistem *Online Learning Uhamka* di Universitas Muhammadiyah Prof DR. Hamka sebanyak 403 orang. Tahapan-tahapan yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah analisis pendahuluan, uji validitas, uji reliabilitas, pengolahan data, dan hasil analisis dan kesimpulan [2];[17];[18].

1. Analisis Pendahuluan

a. Melakukan observasi awal.

Pada tahap awal dilakukan observasi awal yang bertujuan untuk mengamati proses pembelajaran melalui website LMS *Online Learning Uhamka* (OLU) serta menganalisis problematika yang terjadi.

b. Studi Literatur.

Pada tahap ini dilakukan pencarian dan pengumpulan referensi terkait penelitian sebelumnya yang dapat mendukung penelitian ini. Literatur yang dibahas berkaitan dengan teknik clustering, algoritma k-means, dan kepuasan terhadap suatu sistem website.

c. Menyusun instrumen awal untuk menentukan kepuasan mahasiswa terhadap website *Online Learning Uhamka* (OLU).

Tahap ini menyusun instrumen penelitian berupa kuesioner berdasarkan aspek penilaian metode webqual yaitu kemudahan penggunaan (usability), kualitas konten (content quality), kualitas interaksi (interaction quality) kemudian dilakukan validasi ahli, uji validitas dan reliabilitas. Pada tahap pengolahan data dilakukan dengan memberi skor pada setiap atribut dengan nilai 1,2,3,4, dan 5 yang mengindikasikan sangat tidak setuju, tidak setuju, cukup setuju, setuju dan sangat setuju.

2. Uji Validitas

Uji validitas bertujuan untuk mengukur seberapa teliti suatu uji melakukan fungsinya, apakah alat ukur yang telah disusun telah mampu mengukur apa yang perlu diukur. Uji validitas dimaksudkan untuk mengukur valid atau tidaknya suatu kuesioner. Kriteria uji validitas adalah dengan membandingkan Nilai r hitung (*Pearson Correlation*) dengan nilai r tabel. Nilai r hitung (*Pearson Correlation*) ini nantinya yang akan digunakan sebagai tolak ukur yang menyatakan valid atau tidaknya item pertanyaan yang digunakan untuk mendukung penelitian, maka akan dicari dengan membandingkan r hitung (*Pearson Correlation*) terhadap nilai r tabelnya. Untuk menghitung nilai r hitung menggunakan formula berikut [19]:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2][n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2]}}$$

Kuesioner terdiri dari 20 butir pertanyaan. Dari 20 butir pertanyaan dinyatakan valid, karena nilai r hitung lebih besar dari nilai r tabel sebesar 0,2632.

3. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas mengukur variabel yang digunakan melalui pertanyaan/ Pernyataan serta data yang dihasilkan dapat diandalkan. Uji reliabilitas dilakukan dengan membandingkan nilai *Cronbach's alpha* dengan taraf signifikansi yang digunakan. Taraf signifikansi yang biasa digunakan adalah 0,05. Untuk menghitung nilai *Cronbach's alpha* menggunakan formula berikut [19]:

$$r_i = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right)$$

Dari 20 butir pertanyaan memiliki nilai *Cronbach's alpha* sebesar 0,922, dikatakan reliabel karena nilai *Cronbach's alpha* lebih besar dari taraf signifikansi sebesar 0,7[20].

4. Pengolahan Data

a. Melakukan penentuan banyak kluster dengan menggunakan metode elbow.

Setelah melakukan uji validitas dan reliabilitas instrumen kepuasan mahasiswa terhadap website *Online Learning Uhamka* (OLU) dilakukan penentuan banyak kluster dengan metode elbow, agar dapat mengetahui berapa banyak kluster yang optimum[15]. Metode *elbow* adalah metode yang memberikan rekomendasi berapa jumlah kluster yang optimum agar dapat di aplikasikan pada algoritma k-means [16]. Metode ini memberikan gagasan dengan cara memilih banyak kluster dan kemudian menambah banyak kluster tersebut untuk dijadikan model data dalam penentuan kluster terbaik. Jika nilai kluster pertama dengan nilai kluster kedua memberikan sudut dalam grafik atau nilainya mengalami penurunan paling besar maka nilai kluster tersebut yang terbaik [16];[21]. Untuk mencari kluster yang optimum dengan menghitung nilai SSE (*Sum of Square Error*). Formula SSE (*Sum of Square Error*) sebagai berikut[21]:

$$SSE = \sum_{K=1}^K \sum_{X_i \in S_k} \|X_i - C_k\|^2$$

b. Melakukan implementasi algoritma k-means terhadap data kepuasan mahasiswa.

Setelah melakukan perhitungan dengan metode *elbow* maka dilakukan klustering dengan menggunakan algoritma k-means untuk mengelompokkan mahasiswa yang puas terhadap website *Online Learning Uhamka* (OLU) berdasarkan variabel 1) *usability* (kemudahan penggunaan); 2) *content quality* (kualitas konten); 3) *interaction quality* (kualitas interaksi) dengan banyak cluster sesuai hasil perhitungan pada metode *elbow*. Langkah-langkah dalam algoritma k-means sebagai berikut [2]:

- Menyiapkan data set dan jumlah cluster
- Memilih titik awal centroid secara acak dan menghitung jarak data dengan titik awal centroid
- Mengelompokkan data pada titik centroid terdekat sehingga terbentuk kluster baru
- Hitung pusat cluster yang baru
- Lakukanlah langkah sebelumnya hingga anggota cluster menjadi stabil yaitu tidak ada data yang berpindah

Untuk menghitung jarak pada tiap data digunakan *Euclidean distance* dengan formula sebagai berikut[2]:

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

5. Hasil Analisis dan Kesimpulan

a. Memvisualisasikan dan Menguji keakuratan hasil klustering.

Pada tahap visualisasi hasil kluster untuk menyajikan data dalam bentuk tabel dan grafik yang bertujuan memudahkan dalam membaca hasil kluster agar dapat menganalisis kepuasan mahasiswa. Setelah melakukan visualisasi hasil kluster selanjutnya tahap pengujian kualitas hasil kluster yang terbentuk. Pengujian ini dilakukan dengan menguji validitas dengan *Davies Bouldin Index* (DBI). DBI adalah salah satu metode evaluasi internal yang mengukur evaluasi kluster pada suatu metode klusterisasi berdasarkan pada nilai kohesi dan separasi [13]. Untuk mengukur matrik kohesi dalam sebuah kluster ke-*i* menggunakan persamaan *Sum of Square Within* (SSW) dan untuk mengukur matrik separasi antar kluster menggunakan persamaan *Sum of Square Between* (SSB)[13]. Nilai DBI yang semakin kecil (tidak negatif) menunjukkan kualitas klustering yang semakin baik [16]. Langkah awal untuk mencari index Davies Bouldin adalah dengan menghitung nilai *Sum of Square Within* (SSW) dan *Sum of Square Between* (SSB) yang dirumuskan sebagai berikut:

$$SSW_i = \frac{1}{m_i} \sum_{j=i}^{m_i} d(x_j, c_i) \quad (1)$$

Keterangan:

$d(x, c)$ adalah jarak data ke centroid

x_j adalah data pada kluster tersebut

c_i adalah centroid kluster ke-*i*

m_i adalah banyak data dalam kluster ke-*i*

$$SSB_{ij} = d(c_i, c_j) \quad (2)$$

Keterangan:

$d(c_i, c_j)$ adalah jarak antar centroid

c_i adalah kluster ke-*i*

c_j adalah kluster ke-*j*

Setelah nilai kohesi dan separasi diperoleh, kemudian dilakukan pengukuran rasio (R_{ij}) untuk mengetahui nilai perbandingan antara kluster ke-*i* dan kluster ke-*j*.

$$R_{ij} = \frac{SSW_i + SSW_j}{SSB_{ij}} \quad (3)$$

Keterangan:

SSW_i adalah *sum of square within* kluster ke-*i*

SSW_j adalah *sum of square within* kluster ke-*j*

SSB_{ij} adalah *sum of square between* kluster *ij*

R_{ij} adalah rasio antar kluster

Nilai rasio yang diperoleh tersebut digunakan untuk mencari nilai index Davies Bouldin (DBI).

$$DBI = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k \max_{i \neq j} (R_{ij}) \quad (4)$$

Keterangan:

K adalah banyaknya kluster

\max adalah nilai maksimum dari rasio antar kluster

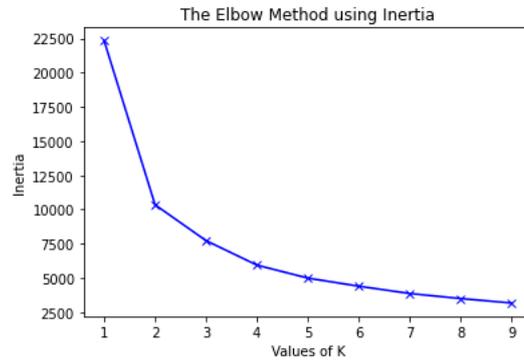
Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Penelitian

A. Metode elbow

Setelah melakukan pengambilan data kepuasan mahasiswa terhadap sistem *Online Learning Uhamka* (OLU) maka dilakukan penentuan banyak kluster yang akan digunakan menggunakan metode elbow. Dalam memproses data dengan metode elbow menggunakan aplikasi *Google Colab* dengan bahasa pemrograman *Python* untuk menghitung nilai SSE (*Sum*

of Square Error). Hasil perhitungan nilai SSE (*Sum of Square Error*) disajikan dalam bentuk grafik pada (Gambar 2).

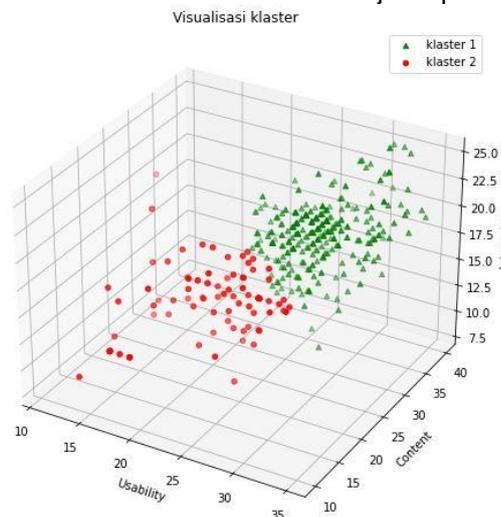


Gambar 2. Grafik Penurunan Nilai SSE

Pada (Gambar 2) terlihat penurunan nilai SSE yang paling besar terjadi antara kluster 1 dan kluster 2. Hal ini karena kemiringan garis antara kluster 1 dan kluster 2 sangat curam. Oleh sebab itu banyak cluster yang optimum berdasarkan metode elbow ini adalah sebanyak 2 kluster[15];[16].

B. Algoritma K-mean

Pada hasil pengklasteran menggunakan algoritma k-means terdapat 309 responden tergolong kluster 1 dan 94 responden tergolong kluster 2. Kluster 1 adalah kluster dengan penilaian relatif tinggi dan kluster 2 adalah kluster dengan penilaian relatif rendah. Karena kluster 1 mendapat penilaian relatif tinggi dan kluster 2 mendapat penilaian relatif rendah, maka dapat kita sebut kluster 1 adalah kluster dengan responden yang puas dan kluster 2 dengan responden yang tidak puas. Hasil visualisasi kluster disajikan pada (Gambar 3).



Gambar 3. Visualisasi Kluster

C. Index Davies Bouldin

Dari pengolahan data dengan algoritma k-means sebelumnya diperoleh titik centroid data yang disajikan pada (Tabel 1).

Tabel 1. Titik centroid data

| | Ussability | Content | Interaksi |
|-----------|-------------|-------------|-------------|
| Cluster 1 | 27,89967638 | 30,88349515 | 19,33980583 |
| Cluster 2 | 20,59574468 | 21,63829787 | 14,08510638 |

Setelah itu setiap data dihitung jarak dengan titik centroid pada masing-masing kluster. Hasil data yang digolongkan kluster 1 ada 309 responden yang disajikan pada (Tabel 2) dan hasil data yang digolongkan kluster 2 ada 94 responden yang disajikan pada (Tabel 3)

Tabel 2. Data Klaster 1

| Responden | Ussability | Content | Interaksi | Jarak data ke centroid | Golongan |
|-----------|------------|---------|-----------|------------------------|----------|
| 1 | 30 | 29 | 20 | 2,897372886 | C1 |
| 2 | 31 | 34 | 20 | 4,445274506 | C1 |
| 3 | 27 | 27 | 19 | 4,000802435 | C1 |
| 4 | 26 | 30 | 19 | 2,122451885 | C1 |
| 5 | 31 | 38 | 23 | 8,582171597 | C1 |
| 6 | 33 | 33 | 16 | 6,45346394 | C1 |
| 7 | 28 | 29 | 17 | 3,005380191 | C1 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 363 | 29 | 29 | 18 | 2,55995033 | C1 |
| 364 | 27 | 28 | 19 | 3,039643044 | C1 |
| 365 | 27 | 31 | 19 | 0,968740915 | C1 |
| 367 | 29 | 28 | 16 | 4,547478343 | C1 |
| 368 | 23 | 27 | 18 | 6,39401617 | C1 |
| 373 | 27 | 31 | 19 | 0,968740915 | C1 |
| 398 | 26 | 29 | 14 | 5,972424177 | C1 |
| Rata-rata | | | | 3,980627198 | |

Tabel 3. Data Klaster 2

| Responden | Ussability | Content | Interaksi | Jarak data ke centroid | Golongan |
|-----------|------------|---------|-----------|------------------------|----------|
| 17 | 27 | 25 | 15 | 7,290580067 | C2 |
| 34 | 24 | 24 | 18 | 5,700261683 | C2 |
| 39 | 23 | 26 | 18 | 6,334925503 | C2 |
| 40 | 26 | 24 | 15 | 5,968303178 | C2 |
| 181 | 18 | 21 | 14 | 2,674426615 | C2 |
| 183 | 23 | 23 | 15 | 2,910619634 | C2 |
| 184 | 25 | 22 | 15 | 4,51279555 | C2 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 396 | 14 | 16 | 10 | 9,590742669 | C2 |
| 397 | 14 | 16 | 10 | 9,590742669 | C2 |
| 399 | 16 | 16 | 10 | 8,342623462 | C2 |
| 400 | 14 | 16 | 16 | 8,886004071 | C2 |
| 401 | 14 | 16 | 10 | 9,590742669 | C2 |
| 402 | 15 | 16 | 10 | 8,932572731 | C2 |
| 403 | 14 | 16 | 10 | 9,590742669 | C2 |
| Rata-rata | | | | 5,841673865 | |

Pada (Tabel 2) di atas nilai $SSW_1 = 3,980627198$ dan pada (Tabel 3) di atas nilai $SSW_2 = 5,841673865$. Selanjutnya mencari nilai $SSB_{1,2}$ jarak titik centroid klaster 1 dengan titik centroid klaster 2 berdasarkan (Tabel 1).

$$SSB_{1,2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$$

$$= \sqrt{(27,899676 - 20,595744)^2 + (30,883495 - 21,638297)^2 + (19,339 - 14,085)^2}$$

$$SSB_{1,2} = 12,90088978$$

$$R_{ij} = \frac{SSW_i + SSW_j}{SSB_{ij}}$$

$$R_{1,2} = \frac{SSW_1 + SSW_2}{SSB_{1,2}}$$

$$R_{1,2} = \frac{3,980627198 + 5,841673865}{12,90088978}$$

$$R_{1,2} = 0,7613661718$$

$$DBI = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k \max_{i \neq j} (R_{ij})$$

$$DBI = \frac{1}{2} (0,7613661718)$$

$$DBI = 0,3806830859$$

Pembahasan

Hasil dari metode elbow menunjukkan jumlah kluster yang optimal adalah sebanyak 2 kluster. Banyak kluster ini menjadi acuan untuk mengolah data dengan algoritma k-mean. Data diolah dengan algoritma kmeans menghasilkan 309 responden tergolong kluster 1 dan 94 responden tergolong dengan kluster 2 (tabel 2 dan tabel 3). Kluster 1 adalah kluster dengan total penilaian yang relatif tinggi dan kluster 2 adalah kluster dengan total penilaian yang relatif rendah. Penggolongan kluster berdasarkan total penilaian dapat menginterpretasikan kluster yang tergolong puas dan kluster yang tergolong tidak puas terhadap sistem Online Learning Uhamka (OLU). Untuk menguji keandalan algoritma kmeans dalam menggolongkan responden puas dan tidak puas maka dilakukan pengukuran nilai index Davies Bouldin.

Berdasarkan hasil klustering algoritma k-means dan menguji keandalan dari algoritma k-means dalam mengkluster data menggunakan nilai index Davies Bouldin diperoleh nilai 0,3806830859. Hasil tersebut sudah kategori baik karena nilai tersebut sudah mendekati nol, hal ini juga sejalan dengan hasil temuan yang dilakukan oleh Nabila (2021) yang memiliki nilai index Davies Bouldin sekitar 0,3 [13]. Dari ketiga indikator penilaian yang memiliki nilai terendah adalah indikator kualitas interaksi (*interaction quality*) dengan nilai centroid pada kluster 1 yaitu 19,33980583 dan nilai centroid pada kluster 2 yaitu 14,08510638.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil penentuan banyak kluster yang akan digunakan pada algoritma k-means adalah sebanyak 2 kluster menggunakan metode elbow.
2. Hasil klasterisasi algoritma k-means menunjukkan ada sebanyak 309 responden yang tergolong kluster 1 dan 94 responden yang tergolong kluster 2. Kluster 1 adalah kelompok yang memiliki respon penilaian yang relatif tinggi, sehingga dapat kita sebut sebagai kluster yang puas terhadap sistem *Online Learning Uhamka* (OLU). Kluster 2 adalah kelompok yang memiliki respon penilaian yang relatif rendah, sehingga dapat kita sebut sebagai kluster yang tidak puas terhadap sistem *Online Learning Uhamka* (OLU).
3. Hasil perhitungan nilai index davies Bouldin dalam mengevaluasi algoritma k-means menghasilkan nilai 0,3806830859. Hasil tersebut sudah dikatakan baik karena nilai tersebut mendekati nol.

Daftar Pustaka

- [1] A. Aldiab, H. Chowdhury, A. Kootsookos, F. Alam, and H. Allhibi. (2018). Utilization of Learning Management Systems (LMS) in higher education system: A case review for Saudi Arabia,” *Energy Procedia*, vol. 160, no. 2018, pp. 731–737, 2019, doi: 10.1016/j.egypro.2019.02.186.
- [2] A. Rohman and M. Rochcham. (2020). Implementasi Algoritma K-Means Untuk Clustering Kepuasan Mahasiswa Terhadap Pelayanan Akademik. *J. Fak. Tek. Univ. Pandanaran*, vol. 6, no. 2, pp. 42–45, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.unpand.ac.id/index.php/NT/article/viewFile/1646/1593>.
- [3] Y. Apriliani, M. Missriani, and D. Wardiah. (2021). Evaluasi Penggunaan Aplikasi LMS Schoology dalam Pembelajaran Bahasa Indonesia Secara Daring. *JRTI (Jurnal Ris. Tindakan Indones.)*, vol. 6, no. 2, p. 157, 2021, doi: 10.29210/3003988000.
- [4] F. P. U. Dewi. (2021). Pemanfaatan fitur learning management system (LMS) dalam pembelajaran jarak jauh (studi kasus pada guru matematika SMK kelompok teknik Kabupaten Klaten). *Pros. Semin. Nas. Mat. dan ...*, no. 1, pp. 77–83, 2021, [Online]. Available: <http://conference.upgris.ac.id/index.php/senatik/article/view/1815>.
- [5] N. A. Larasati and S. Andayani. (2019). Pengaruh Penggunaan Learning Management System (LMS) Terhadap Tingkat Kepuasan Mahasiswa Menggunakan Metode DeLone and McLean. *J. Tek. Inform. UNIKA St. Thomas*, vol. 4, no. 1, pp. 13–20, 2019.
- [6] W. Abas. (2013). Analisa Kepuasan Mahasiswa Terhadap Website Universitas Negeri Yogyakarta (UNY). *Manajemen*, pp. 1–6, 2013.
- [7] N. Q. Nada and S. Wibowo. (2016). Pengukuran Kualitas Layanan Sistem Informasi Akademik,” *J. Inform. Upgris*, vol. 1, no. 1, pp. 122–131, 2016.
- [8] A. T. Wibowo, I. Akhlis, and S. E. Nugroho. (2015). Pengembangan LMS (Learning Management System) Berbasis Web untuk Mengukur Pemahaman Konsep dan Karakter Siswa. *Sci. J. Informatics*, vol. 1, no. 2, pp. 127–137, 2015, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/sji/article/view/4019/3633>.
- [9] E. Retnoningsih. (2015). Mengukur Tingkat Kepuasan Penggunaan Learning Management System Dalam Knowledge Sharing. pp. 6–8, 2015.
- [10] R. D. Dana, C. L. Rohmat, and A. R. Rinaldi. (2018). Strategi Marketing Penerimaan Mahasiswa Baru Menggunakan Machine Learning dengan Teknik Clustering. *J. Pengemb. IT*, vol. 04, no. 2, pp. 201–204, 2018, doi: 10.30591/jpit.v4i2-2.1879.
- [11] A. K. Jain. (2010). Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 31, no. 8, pp. 651–666, 2010, doi: 10.1016/j.patrec.2009.09.011.
- [12] L. Hakim and Y. P. Santoso. (2019). Penilaian Kinerja Dosen Tetap Menggunakan K-Mean Clustering Pada Universitas XYZ. *J. Inform. dan Komputasi*, vol. 13, no. August, pp. 87–94, 2019.
- [13] Z. Nabila, A. Rahman Isnain, and Z. Abidin. (2021). Analisis Data Mining Untuk Clustering Kasus Covid-19 di Provinsi Lampung dengan Algoritma K-Means,” *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, p. 100, 2021, [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTSl>.
- [14] J. Suryanto. (2017). Analisa Perbandingan Pengelompokkan Curah Hujan 15 Harian Provinsi Diy Menggunakan Fuzzy Clustering Dan K-Means Clustering. *J. AGRIFOR*, vol. XVI, pp. 229–242, 2017.
- [15] A. Winarta and W. J. Kurniawan. (2021). Optimasi cluster k-means menggunakan metode elbow pada data pengguna narkoba dengan pemrograman python. *J. Tek. Inform. Kaputama*, vol. 5, no. 1, pp. 113–119, 2021.
- [16] D. Jollyta, S. Efendi, M. Zarlis, and H. Mawengkang. (2019). Optimasi Cluster pada Data Stunting: Teknik Evaluasi Cluster Sum of Square Error dan Davies Bouldin Index. *Pros. Semin. Nas. Ris. Inf. Sci.*, vol. 1, no. September, p. 918, 2019, doi: 10.30645/senaris.v1i0.100.
- [17] A. Moubayed, M. Injadat, A. Shami, and H. Lutfiyya. (2020). Student Engagement Level in an e-Learning Environment: Clustering Using K-means. *Am. J. Distance Educ.*, vol. 34, no. 2, pp. 137–156, 2020, doi: 10.1080/08923647.2020.1696140.

- [18] K. D. R. Sianipar, S. W. Siahaan, M. Siregar, and P. P. P. A. N. W. F. I. R. H. Zer. (2020). Penerapan Algoritma K-Means Dalam Menentukan Tingkat Kepuasan Mahasiswa Terhadap Pembelajaran Online. *Infomatek*, vol. 22, no. 1, pp. 23–30, 2020, doi: 10.23969/infomatek.v22i1.2748.
- [19] B. Darma. (2021). *Statistika Penelitian Menggunakan SPSS (Uji Validitas, Uji Reliabilitas, Regresi Linier Sederhana, Regresi Linier Berganda, Uji t, Uji F, R2)*. Guepedia, 2021.
- [20] F. Yusup. (2018). Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Kuantitatif. *J. Tarb. J. Ilm. Kependidikan*, vol. 7, no. 1, pp. 53–59, 2018, doi: 10.21831/jorpres.v13i1.12884.
- [21] N. Putu, E. Merliana, and A. J. Santoso. (2015). Analisa Penentuan Jumlah Cluster Terbaik pada Metode K-Means. pp. 978–979, 2015.