

# Algoritma K-Means pada Pengelompokan Pembelajaran Tatap Muka Terbatas Sesudah Vaksinasi COVID-19

Lili Kartikawati<sup>1</sup>, Kusri<sup>2</sup>, Emha Taufiq Luthfi<sup>3</sup>

Teknik Informatika  
Amikom Yogyakarta  
Yogyakarta, Indonesia

e-mail: <sup>1</sup>lili\_kartikawati@students.amikom.ac.id, <sup>2</sup>kusri@amikom.ac.id, <sup>3</sup>emha\_tl@yahoo.com

Diajukan: 27 Juni 2021; Direvisi: 21 November 2021; Diterima: 26 November 2021

## Abstrak

Pandemi COVID-19 menimbulkan potensi dampak sosial yang kurang baik, peranan sekolah dalam proses belajar mengajar tidak terlihat. Akses dan kualitas pembelajaran jarak jauh berbanding lurus dengan capaian belajar peserta didik. Capaian hasil belajar peserta didik menunjukkan tingkat kualitas pembelajaran yang telah dilakukan. Peserta didik yang terkendala dalam mencapai hasil belajar maka dibutuhkan langkah perbaikan proses belajar di antaranya melalui pembelajaran tatap muka terbatas. Pembelajaran tatap muka terbatas wajib menaati prosedur kesehatan, di antaranya pembatasan jumlah maksimal peserta didik dalam satu Rombel. Pengelompokan peserta didik dipilih sebagai solusi pembatasan jumlah peserta didik dalam Rombel. Metode eksperimen penelitian ini diterapkan pada hasil capaian belajar selama tengah semester genap 2020/2021 peserta didik X Usaha Perjalanan Wisata 1 di SMK Negeri 4 Yogyakarta. Pengelompokan dan pembuktian kualitas pengelompokan algoritma K-Means menggunakan metode silhouette coefficient serta rumus euclidean distance untuk mengukur jarak di antara dokumennya. Hal yang membedakan dengan penelitian clustering sebelumnya di antaranya dilakukan pengukuran kualitas peng-cluster-an dan melakukan penggalian lebih dalam pada pola-pola baru hasil peng-cluster-an yang terbentuk sehingga didapatkan pengetahuan baru. Kualitas clustering menghasilkan nilai  $S_i=0,8313$  yang berarti memiliki karakteristik struktur kuat dan menampilkan pengetahuan baru berupa kelompok rumpun mata pelajaran yang menginformasikan tingkatan daya serap peserta didik terhadap mata pelajaran.

**Kata kunci:** Algoritma K-Means, Kualitas clustering, Data mining, Pembelajaran tatap muka terbatas.

## Abstract

The COVID-19 pandemic raises the potential for adverse social impacts, the role of schools in the teaching and learning process is not visible. Access and quality of distance learning is directly proportional to the learning achievement of students. The achievement of student learning outcomes shows the level of quality of learning that has been carried out. Students who are constrained in achieving learning outcomes are required to take steps to improve learning, including through limited face-to-face learning. Limited face-to-face learning must comply with health procedures, including the maximum number of students in one group. The grouping of students was chosen as a solution to the number of students in the group. This research experimental method was applied to the results of learning outcomes during the even semester of 2020/2021 for students of X Business Travel 1 at SMK Negeri 4 Yogyakarta. Grouping and proving the quality of the K-Means clustering algorithm uses the silhouette method and the Euclidean distance formula to measure the distance between the documents. The things that distinguish it from previous clustering studies include measuring the quality of clustering and making deeper observations on new patterns of clustering results that are formed so that new knowledge is obtained. Clustering produces a value of  $S_i = 0.8313$  which means it has strong characteristics and displays new knowledge in the form of groups of subjects with the level of student assessment of the subject.

**Keywords:** K-Means Algorithm, Clustering quality, Data mining, Limited face-to-face learning.

## 1. Pendahuluan

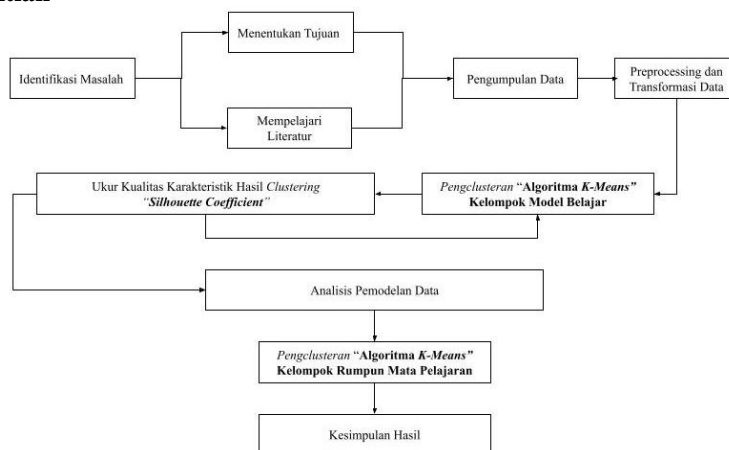
Pandemi COVID-19 setahun ini telah menimbulkan potensi dampak sosial negatif yang berkepanjangan, banyak orang tua yang tidak melihat peranan sekolah dalam proses belajar mengajar [1].

Akses dan kualitas pembelajaran jarak jauh berbanding lurus dengan capaian belajar peserta didik. Peserta didik yang diberlakukan pembelajaran tatap muka terbatas sesudah pelaksanaan vaksinasi COVID-19 ini diterapkan teknik pengelompokan algoritma *K-Means*. Pengelompokan berdasarkan hasil capaian belajar selama tengah semester genap 2020/2021.

Pengelompokan model pembelajaran dan rumpun mata pelajaran menerapkan algoritma *K-Means*. Algoritma non hierarki yang memanfaatkan metode data *clustering* untuk memartisi data ke dalam kelompok sehingga menyuguhkan data dalam kelompok yang memiliki karakteristik sama. Penelitian sebelumnya yang menjadi rujukan di antaranya adalah pembuatan aplikasi berbasis web untuk memilih media promosi yang terbaik dengan menerapkan metode *K-Means Clustering* [2], pembuatan aplikasi desktop untuk memberikan solusi sebagai refleksi terhadap sistem pembelajaran *online* yang berjalan berdasarkan efektivitas pembelajaran *online* dengan mempertimbangkan fasilitas belajar *online*, kesiapan dan kemampuan siswa beradaptasi dalam pembelajaran di kenormalan baru pandemi COVID-19 [3], penerapan algoritma *K-Mean* dalam menentukan tingkat kepuasan pembelajaran *online* pada masa pandemi COVID-19 berdasarkan jawaban “setuju” atau “tidak”-nya dari jawaban responden terhadap instrumen kuesioner *online* [4], penerapan metode *clustering* dengan algoritma *K-Means* tindak kejahatan pencurian di kabupaten asahan [5], *clustering* kinerja dosen berdasarkan kualitas pelaksanaan Tridharma (Pendidikan, pengabdian kepada masyarakat, dan kegiatan penunjang lainnya) untuk mengontrol keseimbangan kinerja dosen [6], memetakan kelompok belajar siswa berdasarkan nilai rapor pada semester I sampai dengan IV dalam 3 kelompok yaitu sangat berprestasi, berprestasi, dan kurang berprestasi menggunakan metode *Clustering K-Means* [7]. Sebagian besar penelitian tersebut memanfaatkan angket, responden, jajak pendapat untuk dijadikan sumber data pengelompokan, belum memaksimalkan konsep *data mining* untuk menemukan pengetahuan baru dari pola-pola baru hasil pengelompokan dan sebagian besar belum melakukan pengukuran kualitas hasil pengelompokannya.

Hal yang membedakan dengan penelitian *clustering* algoritma *K-Means* sebelumnya adalah penelitian ini melakukan pengukuran kualitas pengelompokan dari sumber data fisik yang bersifat jelas dan adaptif serta melakukan penggalian lebih dalam pada pola-pola baru hasil pengelompokan yang terbentuk sebagai jalan untuk menemukan pengetahuan baru. Berdasarkan kebutuhan pengelompokan model pembelajaran dan sumber data nilai capaian hasil belajar peserta didik selama tengah semester genap 2020/2021 di SMK Negeri 4 Yogyakarta maka perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan pengelompokan menggunakan teknik *clustering* dengan algoritma *K-Means* yang berkualitas dan untuk mendapatkan pengetahuan baru dari proses *data mining* melalui pola-pola baru yang ditemukan. Pengelompokan yang dilakukan pada penelitian ini menghasilkan nilai  $S_i=0,8313$ , masuk kategori struktur kuat. Struktur kuat mengandung arti bahwa jarak di antara objek dalam satu kelompok berdekatan (kelompok menunjukkan karakteristik objek yang sama) dan jarak objek di antara kelompok berpotensi kecil berada pada lebih dari satu kelompok (struktur baik). Penggalian pola-pola baru hasil pengelompokan dua kelompok model pembelajaran, mampu menampilkan pengetahuan baru berupa kelompok rumpun mata pelajaran yang menginformasikan persentase jumlah peserta didik tidak terkendala dalam proses pembelajaran di masing-masing mata pelajaran sebagai tingkat daya serap, di mana tingkat daya serap yang terbentuk terbagi menjadi 4 kelompok yaitu daya serap tinggi, daya serap standar, daya serap rendah dan daya serap kurang.

## 2. Metode Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian.

Alur penelitian menggunakan metode eksperimen yang dapat dibaca pada Gambar 1, dimulai dari mengidentifikasi permasalahan sampai dengan menghasilkan kesimpulan. Pandemi COVID-19 menimbulkan peranan sekolah dalam proses belajar mengajar tidak terlihat. Capaian hasil belajar peserta didik menunjukkan tingkat kualitas proses pembelajaran yang telah dilakukan. Peserta didik yang terkendala dalam mencapai hasil belajar maka dibutuhkan langkah perbaikan proses belajar di antaranya melalui pembelajaran tatap muka terbatas. Pembelajaran tatap muka terbatas wajib menaati prosedur kesehatan, di antaranya pembatasan jumlah maksimal peserta didik dalam satu Rombongan Belajar (Rombel). Pengelompokan peserta didik dipilih sebagai solusi pembatasan jumlah peserta didik dalam Rombel.

Penelitian sebelumnya yang menjadi rujukan sebagian besar memanfaatkan angket, responden, jejak pendapat untuk dijadikan sumber data pengelompokan [2]–[4], [6]. Pengelompokan menggunakan algoritma *K-Means* sebagai solusi pengelompokan yang banyak digunakan [5], [7]. Pengelompokan yang dilakukan belum melakukan pengukuran kualitas hasil dan belum memaksimalkan konsep *data mining* untuk menemukan pengetahuan baru dari pola-pola baru hasil pengelompokannya.

Data hasil capaian belajar selama tengah semester genap 2020/2021 peserta didik X Usaha Perjalanan Wisata 1 di SMK Negeri 4 Yogyakarta dilakukan proses *preprocessing*. *Preprocessing* dengan melakukan pemilihan *field* yang dibutuhkan, membersihkan data yang tidak terpakai, melakukan pengecekan konsistensi data. Transformasi data dilakukan untuk mendapatkan nilai rerata permata pelajaran. Data-data yang memiliki tingkat variasi yang kecil dimasukkan dalam 1 kelompok sehingga dalam satu kelompok dapat menunjukkan kemiripan karakteristik yang dimiliki [8]. Pengelompokan model pembelajaran dilakukan menggunakan algoritma *K-Means* dengan jumlah kelompok kebutuhan sebanyak dua yaitu pembelajaran tatap muka terbatas (PTMT) dan pembelajaran jarak jauh (PJJ). Persamaan 1 digunakan untuk menentukan nilai titik tengah (*centroid*) sesuai dengan jumlah kelompok yang telah ditentukan.

$$C_i = Min + \frac{(i-1) * (Max - Min)}{n} + \frac{(Max - Min)}{(2 * n)} \tag{1}$$

Penentuan titik tengah atau nilai *centroid* dari kelas ke-*i* disimbolkan dengan *C<sub>i</sub>* dipengaruhi oleh nilai terkecil dari data kelas kontinu yang ditampung dalam variabel *Min* dan juga nilai terbesar dari data kelas diskret dengan penampungan dalam variabel *Max* dan variabel *n* sebagai jumlah kelas diskretnya.

Langkah selanjutnya setelah diketahui *centroid* masing-masing kelompok yang dibutuhkan maka dilakukan perhitungan jarak data ke pusat kelompok menggunakan Persamaan 2 sehingga pengalokasian masing-masing data ke pusat kelompok terdekat dapat dilakukan.

$$Be = \sqrt{(O_i - C_i)^2 + (O_j - C_j)^2} \tag{2}$$

Jarak data ke pusat kelompok (*Be*) dipengaruhi oleh data *record* ke-*i* (*O<sub>i</sub>*), data *record* ke-*j* (*O<sub>j</sub>*), dan data *centroid* ke-*i* (*C<sub>i</sub>*) dan data *centroid* ke-*j* (*C<sub>j</sub>*) dikenal dengan rumus *euclidean distance* [9]. Setelah dilakukan *pelabelan* terhadap data maka akan dilakukan *akurasi centroid* dengan menggunakan Persamaan 3 untuk membuktikan bahwa *centroid* yang telah ditentukan memiliki struktur yang kuat (tidak bergeser lagi).

$$C_i = \frac{(O_i + \dots + O_n)}{\sum O} \tag{3}$$

*Centroid* baru dipengaruhi oleh nilai data *record* ke-*i* (*O<sub>i</sub>*), nilai data *record* ke-*n* (*O<sub>n</sub>*) dan jumlah data *record* ( $\sum O$ ).

Penerapan alokasi pusat kelompok yang baru akan dilakukan apabila pusat kelompok masih mengalami perubahan. Proses *iterasi* akan berjalan terus sampai dengan ditemukan pusat *cluster* yang tetap. Hasil pengelompokan yang telah didapatkan akan dilakukan pengujian kualitas karakteristik pengelompokan menggunakan *silhouette coefficient*. Gabungan dari dua metode yaitu metode *cohesion* yang berperan untuk mengukur kedekatan relasi antar objek dalam sebuah kelompok dan metode *separation* yang memiliki peran untuk mengukur jarak sebuah kelompok dengan kelompok lain. Pengukuran kualitas pengelompokan dengan *silhouette coefficient* dimulai dengan menggunakan Persamaan 4 untuk menghitung rata-rata jarak objek dengan semua objek lain yang berada di dalam satu kelompok, dilanjutkan dengan memanfaatkan Persamaan 5 untuk menghitung rata-rata jarak objek dengan

semua objek lain yang berada pada kelompok lain, kemudian mengambil nilai paling minimum, diakhiri dengan penggunaan Persamaan 6 untuk menghitung nilai *silhouette coefficient*. Penafsiran nilai hasil perhitungan kualitas pengelompokan dengan metode *silhouette coefficient* adalah nilai  $S_i$  berada di antara -1 sampai dengan 1, nilai  $S_i$  mendekati 1 dikategorikan sebagai pengelompokan dengan kualitas karakteristik yang lebih baik sedangkan pada nilai  $S_i$  mendekati -1 diartikan sebagai pengelompokan yang kurang berkualitas [10].

$$a(i) = \frac{1}{|A|} \sum_{j \in A, j \neq i} d(i, j) \tag{4}$$

$$b(i) = \frac{1}{|A|} \sum_{j \in C} d(i, j) \tag{5}$$

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\text{Max}(a(i), b(i))} \tag{6}$$

Pada Persamaan 4 dan Persamaan 5 akan sangat dipengaruhi oleh jarak objek  $i$  ke  $j$  yang di tampung dalam variabel  $d(i, j)$ , jumlah objek dikelompok A ( $A$ ) dan jumlah objek dikelompok C ( $C$ ). Persamaan 6 digunakan untuk menghitung nilai *silhouette coefficient* yang dipengaruhi oleh Persamaan 4 sebagai rumus untuk menghitung jarak objek dalam 1 kelompok disimbolkan dengan  $a(i)$  dan dipengaruhi juga oleh Persamaan 5 yang digunakan untuk menghitung jarak objek di antara objek di kelompok lainnya disimbolkan dengan  $b(i)$ .

Setelah didapatkan kualitas pengelompokan yang berkarakteristik maka selanjutnya analisis pemodelan data dilakukan dengan pengenalan pola-pola baru hasil pengelompokan untuk mendapatkan pengetahuan baru. Kesimpulan hasil memberikan jawaban kualitas karakteristik pada pengelompokan algoritma *K-Means* dan informasi pengetahuan baru dari pola-pola baru *data mining* capaian tengah semester genap 2020/2021 peserta didik kelas X Usaha Perjalanan Wisata 1 di SMK Negeri 4 Yogyakarta.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil *preprocessing* (pemilihan *field*, pembersihan data yang tidak terpakai, pengecekan konsistensi data) dan transformasi data berupa nilai rerata permata pelajaran. Format hasil *preprocessing* dan *transformasi* data terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil *preprocessing* dan transformasi.

No	Nama	Pendidikan Agama dan Budi Pekerti	...	Bahasa Inggris	Seni Budaya	Pendidikan Jasmani, Kesehatan, dan Olahraga	Simulasi dan Komunikasi Digital	IPA Terapan	Kepariwisata	Komunikasi Industri Pariwisata	...	Bahasa Mandarin
		1	...	6	7	8	9	10	11	12	...	16
1	ADISTIA INDAYU PUTRI	81,65	..	84,50	82,96	80,75	88,00	85,00	83,50	84,14	...	87,50
2	AHMAD NANDITO KUSMEIANTO	80,74	..	82,00	87,09	80,00	83,50	82,50	75,50	80,34	...	85,00
3	ANNISA NUR KHOLIFAH	84,73	..	89,50	85,68	82,75	87,50	83,50	83,17	86,89	...	90,00
4	ANNISA RISQI BAROQAH	83,08	..	88,50	85,56	80,00	87,00	85,00	78,50	85,72	...	83,00
5	ASTUTI EKA SARI	82,13	..	83,00	93,56	80,00	85,00	85,50	77,17	82,78	...	86,00
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
35	ZAKI RAIHAN DHAWI	77,40	...	79,50	79,89	80,00	79,50	77,50	75,00	75,00	...	81,50

Pada awalnya, data capaian tengah semester peserta didik terdiri dari 36 peserta didik, 16 mata pelajaran, nilai pengetahuan dan nilai keterampilan. *Preprocessing* telah membersihkan 1 peserta didik

yang tidak memiliki nilai lengkap dikarenakan pindah sekolah. *Preprocessing* menghasilkan sejumlah 35 nilai rerata capaian tengah semester peserta didik dengan masing-masing peserta didik memiliki 1 nilai rerata pada masing-masing mata pelajaran.

### 3.1. Clustering Algoritma K-Mean Model Pembelajaran

Pengodean dilakukan dalam proses *data mining*, seperti kelompok pembelajaran jarak jauh dikodekan angka 0 dan kelompok PTMT dikodekan angka 1. Proses pengelompokan membutuhkan data-data penentu yang terdiri dari nilai *delta*. *Delta* ditentukan pengguna dengan nilai kesepakatan 0,10. Kelas adalah kelompok yang menentukan jumlah kelompok yang akan dibentuk, dibutuhkan 2 jenis pengelompokan PTMT dan PJJ. *Max* adalah nilai tertinggi yang diperoleh peserta didik pada mata pelajaran yang akan dilakukan pengelompokan, pada contoh mata pelajaran PAI nilai tertinggi yang didapatkan peserta didik adalah 87,10. *Min* adalah nilai terendah yang diperoleh peserta didik pada mata pelajaran yang akan dilakukan pengelompokan, pada contoh mata pelajaran PAI nilai terendah yang didapatkan peserta didik adalah 75,00. Toleransi *error* didapatkan dari nilai maksimal dikurangi nilai minimal dikalikan nilai *delta*. Nilai *centroid* kelompok 1 ( $C_1$ ) dan *centroid* kelompok 2 ( $C_2$ ) dihitung dengan menggunakan rumus pada Persamaan 1 yang telah dituliskan pada bagian metode penelitian. Data penentu pada proses pengelompokan pada mata pelajaran PAI diuraikan sebagai berikut :

<i>Delta</i>	=	0,10
Kelas ( <i>n</i> )	=	PTMT/PJJ
<i>Max</i>	=	87,10
<i>Min</i>	=	75,00
<i>n</i>	=	2
Toleransi <i>Error</i>	=	1,21
$C_1$	=	78,03
$C_2$	=	84,075

Tahapan perhitungan jarak objek dilakukan dengan menerapkan Persamaan 2 untuk mendapatkan hasil yang dipetakan oleh model pembelajaran di mata pelajaran pendidikan agama. Hasil perhitungan jarak terlihat pada Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil *clustering* model belajar.

No	Siswa	Muatan Nasional						
		Pendidikan Agama dan Budi Pekerti						
		78,03	84,08	I	79,63	82,80	II	
1	ADISTIA INDAYU PUTRI	81,65	3,63	2,42	0	2,02	1,15	0
2	AHMAD NANDITO KUSMEIANTO	80,74	2,71	3,33	1	1,11	2,06	1
3	ANNISA NUR KHOLIFAH	84,73	6,70	0,65	0	5,09	1,92	0
4	ANNISA RISQI BAROQAH	83,08	5,05	1,00	0	3,44	0,27	0
5	ASTUTI EKA SARI	82,13	4,10	1,95	0	2,49	0,68	0
6	AURELLIA HAPPY NUR RAHMAWATI	82,92	4,89	1,16	0	3,28	0,11	0
7	BERLIANA OKTAVININDIA	79,70	1,68	4,37	1	0,07	3,10	1
8	CANDIDA FIDELIA NURENITA	83,95	5,93	0,12	0	4,32	1,15	0
9	CANDRITA SEPTANIA PUTRI MALIKA	81,69	3,66	2,38	0	2,06	1,11	0
10	CEZARA VANIA DEVITA PUTRI	82,19	4,16	1,88	0	2,56	0,61	0
11	DAMA KRISHNA DARMAKARYADIKA	80,18	2,15	3,90	1	0,54	2,63	1
12	DHANIA ESHA AZ ZAHRA	75,00	3,03	9,07	1	4,63	7,80	1
13	DHINDA NUR RIZKI ANDINI	82,02	3,99	2,06	0	2,38	0,79	0
14	HELSA ILLONA PUTRI ARDANI	78,98	0,95	5,10	1	0,66	3,83	1
15	INAS SYABRINA QINANTI	81,78	3,75	2,30	0	2,14	1,03	0
16	MEUTHIA MURTI RAHAYU	80,19	2,16	3,88	1	0,56	2,61	1
17	MUHAMMAD FAIZ MAULANA PUTRA HARSIT	82,72	4,69	1,36	0	3,08	0,09	0
18	MUHAMMAD SAHAL DZULKAIISI	80,20	2,18	3,87	1	0,57	2,60	1
20	NANDA AULIYA RISKI WULANDARI	80,73	2,70	3,35	1	1,09	2,08	1
21	NAUFAL IQBAL AMAR TRISNA	82,93	4,90	1,15	0	3,29	0,12	0
22	NAZA SETIA AJI	79,80	1,77	4,27	1	0,17	3,00	1
23	NUR ISMI RAHMANIA	81,94	3,91	2,13	0	2,31	0,86	0
24	NURAINI NIA AGUSTINA	83,80	5,77	0,27	0	4,17	1,00	0
25	PRA TIWI PUTRI NURMANINGSIH	81,28	3,25	2,80	0	1,64	1,53	0
26	Q'NANTI KATYA SYIFA' PRIYONO	80,85	2,82	3,22	1	1,22	1,95	1
27	RADEN RORO RADISYA PRA TIWI ARDANANTI	79,90	1,88	4,17	1	0,27	2,90	1
28	RAHMA DZULFANI UKY	79,74	1,71	4,33	1	0,11	3,06	1

No	Siswa	Muatan Nasional						
		Pendidikan Agama dan Budi Pekerti						
		78,03	84,08	I	79,63	82,80	II	
29	RINASARI SIMANJUNTAK	80,95	2,93	3,12	1	1,32	1,85	1
30	SHAFIRA RAHMA DINI	87,10	9,07	3,03	0	7,47	4,30	0
31	TITI SARI ARUM CENDANI	80,44	2,41	3,63	1	0,81	2,36	1
32	TRIA RACHMADANI	79,33	1,30	4,75	1	0,31	3,48	1
33	VERA RIZMA FADILA	82,87	4,84	1,21	0	3,23	0,06	0
34	YULIANSYAH ICHWAN PRADIPTA	82,02	3,99	2,06	0	2,38	0,79	0
35	YUNIA ADITYA	82,52	4,49	1,56	0	2,88	0,29	0
36	ZAKI RAIHAN DHAWI	77,40	0,63	6,67	1	2,23	5,40	1

Pada Tabel 2 terlihat bahwa terjadi iterasi sebanyak 2 kali. Tabel 3 memperlihatkan proses iterasi yang terjadi, di mana pada iterasi ke-1 rerata-centroid yang dihasilkan sebesar 2,88 lebih besar dari nilai toleransi *error*-nya yaitu 1,21. Iterasi ke 2 telah memenuhi dengan nilai rerata-centroid 0 (nol) dan centroid tidak mengalami perubahan dengan C1 = 79,63 dan C2= 82,80 sehingga proses berakhir pada iterasi ke 2 ini.

Tabel 3. Rerata, centroid, rerata centroid pada iterasi 1 dan 2 clustering model pembelajaran.

Kelas	Rerata	Centroid	Rerata - Centroid	Rerata	Centroid	Rerata - Centroid
<b>ITERASI 1</b>			<b>ITERASI 2</b>			
<b>1 (PTMT)</b>	79,63	78,03	1,61	79,63	79,63	0,00
<b>0 (ONLINE)</b>	82,80	84,08	1,27	82,80	82,80	0,00
TOTAL			<b>2,88</b>	TOTAL		<b>0,00</b>

Oleh karena TOLERANSI *error* = 1,21 maka 2,88>1,21 sehingga lakukan ITERASI Kedua

Hasil iterasi 2 sudah memenuhi

Proses pengelompokan diberlakukan kepada seluruh mata pelajaran untuk mendapatkan rekap hasil pengelompokan model pembelajaran. Peserta didik yang mengalami kendala dalam beradaptasi belajar dimasa pandemi COVID-19 ini disajikan pada Tabel 4 kelompok PTMT. Persentase model pembelajaran pada tiap mata pelajaran menunjukkan jumlah peserta didik yang terkendala dalam proses belajar dibandingkan jumlah peserta didik yang ada. Persentase dapat dijadikan masukan kepada pengampu mata pelajaran untuk melakukan *diagnosa* terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan sehingga mencapai kualitas penyampaian materi yang dapat lebih berkualitas.

Tabel 4. Rekap hasil clustering model pembelajaran.

Pendidikan Agama dan Budi Pekerti	Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan	Bahasa Indonesia	Matematika	Sejarah Indonesia	Bahasa Inggris	Seni Budaya	Pendidikan Jasmani, Kesehatan, dan Olahraga	Simulasi dan Komunikasi Digital	IPA Terapan	Kepariwisata	Komunikasi Industri Pariwisata	Sanitasi, Hygiene, dan Keselamatan Kerja	Administrasi Umum	Bahasa Jepang	Bahasa Mandarin
16	29	12	16	4	15	13	26	7	11	22	10	25	31	8	11
46%	80%	34%	43%	11%	40%	34%	71%	20%	31%	63%	29%	69%	86%	23%	31%

### 3.2. Analisis Kualitas Karakteristik Clustering

Pengukuran kualitas hasil pengelompokan akan dilakukan menggunakan metode *silhouette coefficient* dengan cara menghitung jarak antar dokumen menggunakan rumus *eulclidean distance*. Hasil pengukuran kualitas pengelompokan terlihat pada Tabel 5. Model pembelajaran dari masing-masing peserta didik yang telah dihasilkan dari proses pengelompokan akan menjadi penentu pada perhitungan jarak di antara dokumen. Proses menghitung jarak objek di dalam satu kelompok yang disimbolkan a(i) dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 4, sedangkan Persamaan 5 digunakan sebagai rumus untuk menghitung jarak objek di antara objek di kelompok lainnya disimbolkan dengan b(i). Nilai a(i) dan b(i) dari masing-masing peserta didik diproses dengan rumus pada Persamaan 6 untuk menghasilkan nilai Si dari masing-masing peserta didik. Nilai Si seluruh peserta didik dilakukan proses rerata seperti terlihat pada Tabel 5 menunjukkan nilai Si dari proses pengelompokan model pembelajaran sebesar 0,8313. Perhitungan

manual dari proses pengelompokan sampai dengan perhitungan kualitas pengelompokan terdapat dalam 1 *file spreadsheet* yang dapat di-download di tautan [http://tiny.cc/olah\\_KMeans](http://tiny.cc/olah_KMeans).

Tabel 5. Hasil pengukuran kualitas karakteristik *clustering* model belajar.

No	Siswa	Hasil Clustering		a(i)	b(i)	S(i)
		Nilai	Model			
1	ADISTIA INDAYU PUTRI	82,92	0	1,07	9,9	0,89
2	AHMAD NANDITO KUSMEIANTO	75,00	1	8,89	2,13	0,76
3	ANNISA NUR KHOLIFAH	84,25	0	0,83	11,2	0,93
4	ANNISA RISQI BAROQAH	75,00	1	8,89	2,13	0,76
5	ASTUTI EKA SARI	83,23	0	0,9	10,2	0,91
6	AURELLIA HAPPY NUR RAHMAWATI	83,05	0	0,99	10	0,90
7	BERLIANA OKTAVININDIA	75,00	1	8,89	2,13	0,76
8	CANDIDA FIDELIA NURENITA	84,10	0	0,8	11,1	0,93
9	CANDRITA SEPTANIA PUTRI MALIKA	85,02	0	1,27	12	0,89
10	CEZARA VANIA DEVITA PUTRI	83,27	0	0,88	10,2	0,91
11	DAMA KRISHNA DARMAKARYADIKA	83,30	0	0,88	10,3	0,91
12	DHANIA ESHA AZ ZAHRA	75,00	1	8,89	2,13	0,76
13	DHINDA NUR RIZKI ANDINI	85,00	0	1,25	12	0,90
14	HELSA ILLONA PUTRI ARDANI	75,00	1	8,89	2,13	0,76
15	INAS SYABRINA QINANTI	84,16	0	0,81	11,1	0,93
16	MEUTHIA MURTI RAHAYU	82,18	0	1,71	9,16	0,81
17	MUHAMMAD FAIZ MAULANA PUTRA HARSIT	84,37	0	0,87	11,3	0,92
18	MUHAMMAD SAHAL DZULKAI SI	83,37	0	0,86	10,3	0,92
20	NANDA AULIYA RISK A WULANDARI	84,64	0	1,02	11,6	0,91
21	NAUFAL IQBAL AMAR TRISNA	75,00	1	8,89	2,13	0,76
22	NAZA SETIA AJI	48,33	1	35,6	24,7	0,31
23	NUR ISMI RAHMANIA	84,17	0	0,81	11,1	0,93
24	NURAINI NIA AGUSTINA	85,34	0	1,53	12,3	0,88
25	PRATIWI PUTRI NURMANINGSIH	82,89	0	1,1	9,86	0,89
26	Q'NANTI KATYA SYIFA' PRIYONO	83,13	0	0,94	10,1	0,91
27	RADEN RORO RADISYA PRATIWI ARDANANTI	75,00	1	8,89	2,13	0,76
28	RAHMA DZULFANI UKY	75,00	1	8,89	2,13	0,76
29	RINASARI SIMANJUNTAK	75,00	1	8,89	2,13	0,76
30	SHAFIRA RAHMA DINI	84,39	0	0,88	11,4	0,92
31	TITI SARI ARUM CENDANI	75,00	1	8,89	2,13	0,76
32	TRIA RACHMADANI	76,00	1	7,89	2,97	0,62
33	VERA RIZMA FADILA	86,20	0	2,3	13,2	0,82
34	YULIANSYAH ICHWAN PRADIPTA	82,57	0	1,35	9,55	0,86
35	YUNIA ADITYA	84,04	0	0,8	11	0,93
36	ZAKI RAIHAN DHAWI	75,00	1	8,89	2,13	0,76
<b>Nilai Silhouette Coefficient</b>						<b>0,8313</b>

Nilai *silhouette coefficient* yang dihasilkan dari pengukuran yang telah dilakukan menghasilkan nilai 0,8313 yang berarti mendekati 1 dikategorikan sebagai pengelompokan dengan kualitas karakteristik yang lebih baik yaitu jarak di antara objek dalam satu kelompok berdekatan (kelompok menunjukkan karakteristik objek yang sama) dan jarak objek di antara kelompok berpotensi kecil berada pada lebih dari satu kelompok (struktur baik). Pengertian tersebut jika dikaitkan dengan hasil pengelompokan model pembelajaran maka peserta didik yang berada dalam satu kelompok model pembelajaran memiliki kedekatan nilai yang hampir sama dan untuk peserta didik yang berada di kelompok model pembelajaran yang berbeda akan menunjukkan perbedaan nilai yang signifikan.

### 3.2.1. Pengenalan Pola-Pola Baru Hasil *Clustering* Model Pembelajaran

Proses pengenalan pola-pola baru hasil pengelompokan model pembelajaran berupa jumlah peserta didik kelompok PTMT sebagai kelompok yang terkendala dalam beradaptasi di pelaksanaan proses pembelajaran masa pandemi COVID-19. Data tersebut selanjutnya dilakukan proses pengelompokan untuk menghasilkan informasi yang dapat digunakan sebagai masukan kepada pengampu mata pelajaran untuk melakukan *diagnosa* terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan sehingga dapat mencapai kualitas penyampaian materi yang lebih meningkat. Tabel 6 menampilkan jumlah peserta didik yang terkendala pada masing-masing mata pelajaran dan menunjukkan daya serap peserta didik dari masing-masing mata pelajaran. *Data mining* yang dilakukan menghasilkan pengetahuan baru berupa tingkat daya serap peserta didik terhadap mata pelajaran yang terbagi menjadi 4 kelompok daya serap yaitu daya serap tinggi, daya serap standar, daya serap rendah dan daya serap kurang.

Tabel 6. Pengetahuan baru hasil pengenalan pola baru.

NO	MAPEL	JMH Peserta Didik	K1	K2	K3	K4	Kelompok Rumpun Mata Pelajaran
			7	14	21	28	
1	Pendidikan Agama dan Budi Pekerti	16	9	2	5	12	Daya Serap Standar
2	Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan	29	22	15	8	1	Daya Serap Kurang
3	Bahasa Indonesia	12	5	2	9	16	Daya Serap Standar
4	Matematika	16	9	2	5	12	Daya Serap Standar
5	Sejarah Indonesia	4	3	10	17	24	Daya Serap Tinggi
6	Bahasa Inggris	15	8	1	6	13	Daya Serap Standar
7	Seni Budaya	13	6	1	8	15	Daya Serap Standar
8	Pendidikan Jasmani, Kesehatan, dan Olahraga	26	19	12	5	2	Daya Serap Kurang
9	Simulasi dan Komunikasi Digital	7	0	7	14	21	Daya Serap Tinggi
10	IPA Terapan	11	4	3	10	17	Daya Serap Standar
11	Kepariwisata	22	15	8	1	6	Daya Serap Rendah
12	Komunikasi Industri Pariwisata	10	3	4	11	18	Daya Serap Tinggi
13	Sanitasi, Hygiene, dan Keselamatan Kerja	25	18	11	4	3	Daya Serap Kurang
14	Administrasi Umum	31	24	17	10	3	Daya Serap Kurang
15	Bahasa Jepang	8	1	6	13	20	Daya Serap Tinggi
16	Bahasa Mandarin	11	4	3	10	17	Daya Serap Standar

#### 4. Kesimpulan

Kebutuhan pengelompokan model pembelajaran pada nilai capaian hasil belajar peserta didik selama tengah semester kelas X Usaha Perjalanan Wisata 1 di SMK Negeri 4 Yogyakarta yang terukur kualitas karakteristiknya dengan pembuktian eksperimen menggunakan algoritma *K-Means*. Hasil pengukuran dengan metode *silhouette coefficient* telah terbukti bahwa kualitas karakteristik yang lebih baik yaitu jarak di antara objek dalam satu kelompok berdekatan (kelompok menunjukkan karakteristik objek yang sama) dan jarak objek di antara kelompok berpotensi kecil berada pada lebih dari satu kelompok (struktur baik). Implikasi hasil pengelompokan model pembelajaran adalah peserta didik yang berada dalam satu kelompok model pembelajaran memiliki kedekatan nilai yang hampir sama dan untuk peserta didik yang berada di kelompok model pembelajaran yang berbeda akan menunjukkan perbedaan nilai yang signifikan. Pengenalan pola-pola baru hasil pengelompokan model pembelajaran menghasilkan pengetahuan baru berupa jumlah peserta didik yang terkendala pada masing-masing mata pelajaran dan menunjukkan daya serap peserta didik dari masing-masing mata pelajaran yang terbagi menjadi 4 kelompok daya serap yaitu daya serap tinggi, daya serap standar, daya serap rendah dan daya serap kurang.

Hasil yang telah didapatkan perlu dikembangkan untuk menghasilkan perencanaan pembelajaran tatap muka terbatas sesuai dengan sumber daya yang dimiliki dan persyaratan pelaksanaan PTMT pasca vaksinasi COVID-19. Untuk dapat memberikan perencanaan PTMT secara otomatis maka dibutuhkan :

1. Pengelompokan diberlakukan kepada seluruh kelas yang ada di SMK Negeri 4 Yogyakarta
2. Mendata durasi waktu, sarana dan prasarana yang akan diberlakukan pada PTMT Pasca Vaksinasi COVID-19
3. Menghitung secara matematis kebutuhan penjadwalan, sarana dan prasarana tiap mata pelajaran yang akan diberlakukan PTMT Pasca Vaksinasi COVID-19.

#### Daftar Pustaka

- [1] K. R. dan T. Kementerian Pendidikan, “Penyesuaian kebijakan pembelajaran di masa pandemi COVID-19,” 2021.
- [2] V. Julianto and J. Permadi, “Aplikasi pemilihan strategi promosi penerimaan mahasiswa baru politeknik negara tanah laut menggunakan metode k-means clustering,” *J. Ilm. Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 99–104, Jun. 2017, doi: 10.5281/JIMI.V1I2.37.
- [3] S. Lesmana *et al.*, “Penerapan k-means dalam efektivitas pembelajaran e-learning pada masa pandemi covid-19,” *Semin. Nas. Inform.*, vol. 2020, no. 1, pp. 100–110, Dec. 2020.
- [4] K. D. R Sianipar *et al.*, “Penerapan algoritma k-means dalam menentukan tingkat kepuasan pembelajaran online pada masa pandemi covid-19,” *J. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 101–105, Jun. 2020.
- [5] N. Afni Syahpitri Damanik, M. Prodi Sistem Informasi, S. Royal, P. Sistem Informasi, and P. Manajemen Informasi, “Penerapan metode clustering dengan algoritma k-means tindak kejahatan pencurian di kabupaten asahan,” *J. Comput.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–14, Feb. 2021.
- [6] E. Sugiharti and A. Muslim, “On-line clustering of lecturers performance of computer science



- 
- department of semarang state university using k-means algorithm,” *J. Theor. Appl. Inf. Technol.*, vol. 10, no. 1, 2016.
- [7] S. Dewi, S. Defit, and Y. Yunus, “Akurasi Pemetaan Kelompok Belajar Siswa Menuju Prestasi Menggunakan Metode K-Means (Studi Kasus SMP Pembangunan Laboratorium UNP),” *J. Sistim Inf. dan Teknol.*, Sep. 2020, doi: 10.37034/jsisfotek.v3i1.98.
- [8] A. Sani, “Penerapan metode k-means clustering pada perusahaan,” *J. Ilm. Progr. Pascasarj. Magister Ilmu Komput. STMIK Nusa Mandiri*, pp. 1–7, 2018.
- [9] T. Soni Madhulatha, “An overview on clustering methods,” vol. 2, no. 4, pp. 719–725, 2012.
- [10] R. Hidayati, A. Zubair, A. H. Pratama, and L. Indana, “Analisis Silhouette Coefficient pada 6 Perhitungan Jarak K-Means Clustering,” *Techno.Com*, vol. 20, no. 2, pp. 186–197, May 2021, doi: 10.33633/tc.v20i2.4556.