

KLASTERISASI SISWA BERDASARKAN HASIL BELAJAR MENGGUNAKAN K-MEANS BERBASIS WEB (STUDI KASUS: TK. PRIMA INSAN SHOLEH TALUN)

Wiwit Agus Lestari, Kurnia Paranita Kartika, Saiful Nur Budiman

Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Informasi

Universitas Islam Balitar, Jalan Majapahit Blitar, Indonesia

wiwitaguslestari@gmail.com

ABSTRAK

TK Prima Insan Sholeh Kecamatan Talun Kabupaten Blitar, selama ini melakukan pembentukan kelompok belajar siswa masih dilakukan secara manual yaitu hanya menggunakan intuisi atau berdasarkan urutan nama pada absensi siswa karena tidak adanya pedoman khusus dan mendetail dari pemerintah dalam hal ini padahal penentuan kelompok belajar harusnya lebih ditekankan pada karakter siswa, bukan sekedar dari rata-rata nilai. Tujuan penelitian ini yakni membuat aplikasi klasterisasi siswa berbasis web sehingga memudahkan guru dalam melakukan pembentukan kelompok belajar secara otomatis berdasarkan hasil belajar siswa. Aplikasi ini menggunakan metode *K-Means* dalam menganalisa hasil belajar siswa untuk menghasilkan kelompok belajar secara otomatis. Aplikasi klasterisasi dibuat menggunakan alur metode waterfall Pressman 2015 yang dituangkan kedalam *framework Laravel* dengan pemrograman web. Algoritma *K-Means* terbukti mampu melakukan klasterisasi siswa berdasarkan hasil belajar untuk pembentukan kelompok belajar dengan hasil pengujian aplikasi menggunakan *Silhouette Coefficient* tertinggi sebesar 0,758. Keberhasilan sistem juga dinilai dari *Black Box Testing* yang menghasilkan tingkat keberhasilan 100% untuk seluruh menu yang ada dalam aplikasi. Hasil pengujian pengguna terhadap aplikasi klasterisasi juga sangat baik dengan nilai 97,84 %.

Kata kunci : *Clustering, Blackbox, K-Means, Silhouette Coefficient*

1. PENDAHULUAN

Perubahan era dari industri 3.0 menjadi 4.0 mengubah pandangan tentang pendidikan abad 21 saat ini secara perlahan, mulai dari segi konsep cara mengajar sampai dari segi yang lebih esensial, yaitu perubahan bagaimana cara memandang konsep pendidikan itu sendiri [1]. Tidak hanya proses belajar mengajar yang sudah semakin maju dengan memanfaatkan teknologi namun proses penilaian juga mengalami perubahan yang pesat. Penilaian pada anak didik saat ini sudah mencakup aspek pengetahuan, ketrampilan bahkan perilaku, tentunya hal tersebut semakin membuat tugas guru bertambah sehingga tak jarang seorang guru tidak bisa fokus dalam mengajar anak didiknya.

Hasil penilaian peserta didik sudah sangat detail dan hal ini akan menjadi sia-sia jika data tersebut tidak dimanfaatkan dengan baik untuk melakukan analisa data. Jumlah siswa yang diluar kapasitas tenaga pendidik tentunya membuat data-data tersebut tidak bisa dianalisa secara maksimal [2]. Oleh sebab itu memerlukan sebuah metode guna membantu tenaga pendidik dalam menganalisa hasil belajar siswa secara otomatis agar para pendidik bisa mengambil kebijakan-kebijakan dari hasil analisa tersebut guna mengoptimalkan kualitas belajar mengajar disekolah.

TK Prima Insan Sholeh Talun selama ini melakukan pembentukan kelompok belajar siswa masih secara manual seperti berdasarkan urutan nama atau tempat duduk siswa dan hanya menggunakan intuisi guru karena tidak adanya pedoman khusus dan mendetail dari pemerintah dalam hal ini. Hal tersebut tentunya tidak baik karena kemampuan melakukan analisa pada setiap pendidik berbeda dan akan beresiko karena kelompok belajar yang dibentuk bisa menjadi tidak efisien sehingga

proses belajar mengajar akan terhambat. Selain itu penentuan kelompok belajar harusnya lebih ditekankan pada karakter siswa, bukan sekedar dari rata-rata nilainya saja karena dapat menimbulkan ketidakcocokan dalam kelompok [3].

Machine Learning merupakan solusi untuk mengatasi keterbatasan guru dalam melakukan analisa hasil belajar siswa karena lebih cepat, akurat dan memiliki kemampuan untuk mempelajari data sehingga menghasilkan analisa yang berbasis statistik [4]. Salah satu fungsi yang terdapat pada *machine learning* adalah fungsi klasterisasi yang dapat mengelompokkan data berdasarkan parameter tertentu sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan analisa yang akan digunakan untuk mengambil keputusan atau kebijakan [5].

Penelitian ini bermaksud membuat klasterisasi siswa berbasis web dengan menggunakan metode *K-Means* yang dapat melakukan klasterisasi nilai siswa sehingga menghasilkan keluaran berupa kelompok-kelompok siswa berdasarkan hasil belajar secara otomatis demi mempermudah pembentukan kelompok belajar di TK Prima Insan Sholeh Talun. Kelompok belajar yang dibuat menggunakan metode *K-Means* memiliki karakter kelompok yang kuat berdasarkan 6 aspek nilai siswa meliputi nilai agama dan moral, fisik motorik, kognitif, sosial emosional, bahasa dan seni sehingga pihak sekolah mampu memanfaatkan hasil klasterisasi tersebut untuk meningkatkan kualitas belajar mengajar disekolah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Penelitian

Tahun 2018, Dedi Kusawandi, Ence Surahman, Zahid Zufar At Thaariq dan Mahmudah Muthmainnah melakukan penelitian yang judul "*K-Means Clustering of Student Perceptions on Project-*

Based Learning Model Application” bertujuan untuk melakukan klasterisasi minat siswa terhadap penerapan model belajar dengan *Project Based Learning* di sekolah. Penelitian ini dilakukan dengan memberikan kuisioner pada 33 siswa yang berisi 10 pertanyaan dengan tipe jawaban berupa pilihan ganda. Penelitian tersebut menghasilkan kelompok siswa menjadi 4 klaster dengan klaster 1 memiliki anggota siswa yang sangat setuju dengan model pembelajaran *Project Based learning* hingga klaster 4 dengan anggota siswa yang sangat tidak setuju. Pada klaster 1 dihuni oleh 5 siswa (15%), klaster 2 sebanyak 18 siswa (55%), klaster 3 sebanyak 5 siswa (15%) dan klaster 4 sebanyak 5 siswa (15%) [6]

Penelitian tahun 2019 dari Miftahul Hasanah, Sarjon Defit dan Gunadi Widi Nurcahyo dengan judul “Implementasi Algoritma *K-Means* untuk Klasterisasi Peserta Olimpiade Sains Nasional Tingkat SMA” bertujuan untuk membantu sekolah dalam memilih kelompok yang diikuti olimpiade secara tepat dan efektif menggunakan metode klasterisasi *K-Means*. Data yang dipakai adalah nilai ujian sebanyak 24 siswa dengan mata pelajaran yang dipilih adalah matematika, fisika, kimia, biologi dan TIK. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa pada klaster 1 memiliki 12 siswa sangat mumpuni, pada klaster 2 memiliki 14 siswa cukup mumpuni dan pada klaster 3 memiliki 2 siswa yang kurang mumpuni untuk mengikuti olimpiade[7].

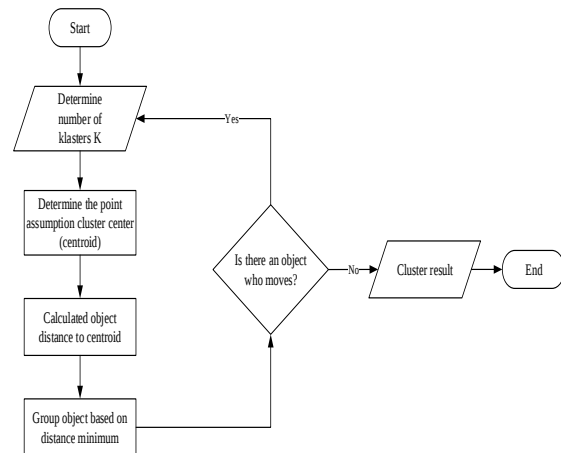
2.2. Clustering

Klasterisasi (*Clustering*) adalah proses pengelompokan data ke dalam beberapa klaster atau kelompok sehingga data dalam satu klaster memiliki tingkat kemiripan yang maksimal dan data antar klaster mempunyai kemiripan yang minimal [5].

Hasil klasterisasi dinilai baik bila menghasilkan kesamaan yang tinggi antara anggota satu dan yang lain dalam satu klaster dan kesamaan yang rendah jika berbeda klaster. Kesamaan dapat diukur melalui perhitungan secara numerik terhadap dua buah objek

2.3. K-Means Clustering

K-Means Clustering merupakan salah satu metode *data mining* yang proses nya dengan *unsupervised modelling* dimana pegelompokan data dilakukan dengan sistem partisi. Metode *K-Means* mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok, dimana dalam satu kelompok mempunyai karakter yang sama satu sama lainnya dan mempunyai karakter yang tidak sama dengan data yang ada pada kelompok yang berbeda[8]. *Flowchart* dari metode *K-Means* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart k-means clustering

Dalam penelitian ini menggunakan perhitungan jarak *euclidean distance* dengan rumus dibawah ini:

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

Dimana:

- d = jarak antara x dan y
- x = data pusat klaster
- y = data pada atribut
- i = setiap data
- n = jumlah data,
- x_i = data pada pusat klaster ke i
- y_i = data pada setiap data ke i

2.4. Silhouette Coefficient

Silhouette Coefficient dipakai mengukur kualitas dan seberapa kuat klaster yang terbentuk. Metode *silhouette* adalah gabungan dari metode *cohesion* dan *separation*. *Silhouette* mengacu pada metode interpretasi dan validasi yang konsistensi dalam kelompok data [9].

Nilai *silhouette* mencerminkan seberapa mirip suatu data dengan klasternya sendiri (*cohesion*) terhadap klaster lain (*separation*). *Silhouette* memiliki nilai antara -1 dan 1. Nilai mendekati 1 menunjukkan data tersebut sesuai dengan klasternya sendiri dan kurang sesuai dengan klaster lain yang berdekatan. *Silhouette* dapat dihitung dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Hitung rata-rata jarak dari suatu dokumen misalkan i dengan semua dokumen lain pada satu klaster

$$a(i) = \frac{1}{|A|-1} \sum_{j \in A, j \neq i} d(i, j) \quad (2)$$

Dimana,

j = data lain dalam satu klaster

A = klaster

$d(i, j)$ = jarak antara data i dengan j .

- b. Menghitung rata-rata jarak dari data i dengan semua data di kluster lain, dan diambil nilai yang paling kecil.

$$d(i, C) = \frac{1}{|A|} \sum_{j \in C} d(i, j) \quad (3)$$

Dimana,

$d(i, C)$ = jarak rata-rata data

i = data

C = kluster lain

- c. Jadi diperoleh nilai *Silhouette Coefficient*-nya adalah

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max(a(i), b(i))} \quad (4)$$

Dimana,

$s(i)$ = nilai *silhouette coefficient*

$a(i)$ = jarak rata-rata kluster

$b(i)$ = jarak kluster terdekat

3. METODE PENELITIAN

Metode waterfall Pressman 2015 merupakan metode yang digunakan pada penelitian ini dengan tahapan sebagai berikut:

1. Communication

Pada tahap ini peneliti melakukan observasi dan wawancara di TK Prima Insan Sholeh Talun.

2. Planning

Tahap *planning* ini peneliti merencanakan mulai dari estimasi waktu pengerjaan aplikasi dan kebutuhan data yang akan digunakan. Tahap ini ditentukan juga data yang digunakan yaitu data nilai pada kelas A tahun ajaran 2021/2021 dengan jumlah siswa sebesar 24 siswa. Ada pun parameter yang digunakan dalam perhitungan meliputi 6 parameter yaitu aspek agama dan moral, aspek fisik motorik, aspek kognitif, aspek sosial emosional, aspek bahasa dan aspek seni. Nilai yang digunakan juga ditentukan yaitu ketika siswa sudah tidak melakukan daring sehingga data yang digunakan lebih valid yakni pada 8 minggu terakhir sebelum akhir ajaran 2021. Tabel 1 merupakan data nilai yang digunakan pada perhitungan klusterisasi.

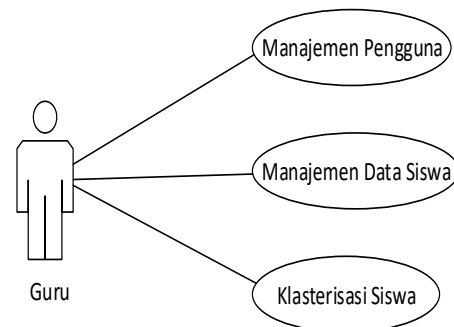
Tabel 1. Dataset nilai

No. Absen	Nilai Aspek					
	1	2	3	4	5	6
1	2,35	2,82	2,80	2,71	2,70	3,00
2	3,00	3,02	3,02	3,00	3,03	3,00
3	3,35	3,39	3,41	3,32	3,47	3,33
4	3,35	3,39	3,41	3,32	3,47	3,33
5	3,29	3,30	3,30	3,26	3,33	3,28
6	2,41	2,84	2,83	2,74	2,73	3,00
7	2,47	2,77	2,74	2,68	2,73	2,83
8	3,00	3,04	3,04	3,00	3,07	3,00
9	2,59	2,93	2,93	2,84	2,87	3,00
10	3,24	3,30	3,30	3,26	3,30	3,33
11	2,47	2,86	2,83	2,76	2,73	3,00
12	3,00	3,05	3,07	3,03	3,07	3,06
13	2,35	2,82	2,80	2,71	2,70	3,00
14	3,35	3,29	3,30	3,26	3,33	3,22
15	3,24	3,14	3,18	3,16	3,20	3,06
16	3,06	3,18	3,17	3,11	3,17	3,22
17	2,00	2,13	2,11	2,13	2,07	2,22
18	3,06	3,20	3,17	3,13	3,17	3,28
19	2,76	3,02	3,02	2,95	2,97	3,06
20	2,12	2,66	2,63	2,55	2,47	2,94
21	3,00	3,07	3,09	3,05	3,07	3,06
22	3,24	3,27	3,28	3,21	3,30	3,22
23	2,41	2,86	2,85	2,74	2,77	3,00
24	2,53	2,89	2,89	2,79	2,83	3,00

3. Modelling

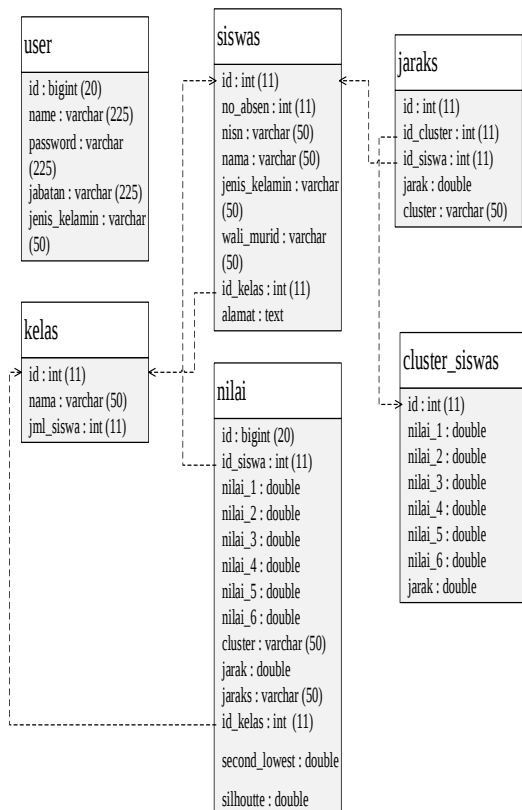
Pada tahap ini dilakukan pemodelan aplikasi sesuai dengan kebutuhan *user*.

Gambar 2 merupakan *use case diagram* aplikasi klusterisasi yang akan dibuat.



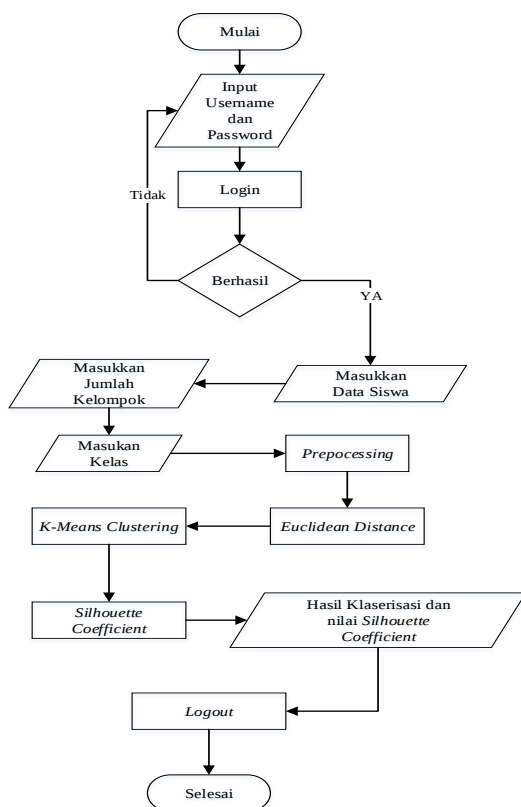
Gambar 2 Use case diagram aplikasi

Gambar 3 menunjukkan *class diagram* aplikasi klusterisasi. Pada *class diagram* ini menunjukkan struktur kelas yang ada pada *database*.



Gambar 3. Class diagram aplikasi

Gambar 4 menunjukkan flowchart dari aplikasi. Pada flowchart ini bisa dilihat alur dari sistem aplikasi berjalan.



Gambar 4. Flowchart aplikasi

4. Construction

Pada tahap *construction* mulai pengkodean program aplikasi klasterisasi sesuai dengan rancangan yang telah disepakati. Setelah pengkodean selesai maka dilakukan *testing* aplikasi meliputi pengujian blackbox testing dan pengujian kepuasan pengguna dengan memberikan kuisioner untuk diisi oleh user. Pada tahap pengujian ini aplikasi diuji oleh 10 pengguna dimana 5 pengguna dari pihak TK. Prima Insan Sholeh dan 5 pengguna dari pihak luar sekolah.

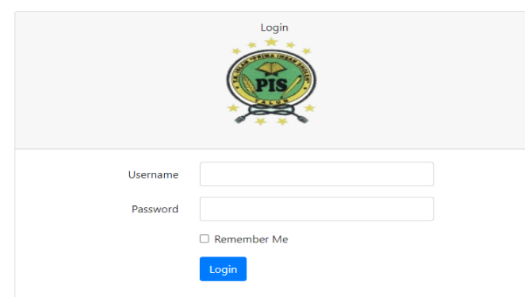
5. Deployment

Tahap *deployment* merupakan tahap akhir dari prosedur pengembangan waterfall Pressman 2015. Pada tahap ini peneliti menyerahkan aplikasi klasterisasi siswa kepada pihak sekolah dan memberikan pengetahuan bagaimana cara mengoperasikan aplikasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Halaman Login

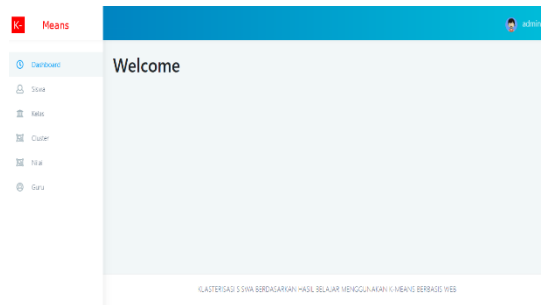
Pada Gambar 5 ditunjukkan tampilan dari halaman login aplikasi klasterisasi. Aplikasi dibuka dengan memasukkan nama pengguna dan password yang sebelumnya telah dibuat dan di simpan di *database*. Sistem akan mencocokkan antara nama pengguna dan sandi yang dimasukkan dengan data di *database*. Jika salah satu dari nama pengguna atau sandi salah, maka login dinyatakan tidak berhasil dan harus memulai dari awal lagi.



Gambar 5. Halaman Login

4.2. Halaman Utama

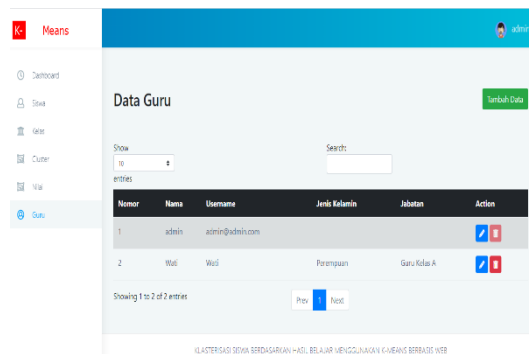
Halaman *dashboard* (utama) aplikasi berfungsi untuk menampilkan semua menu dan nama pengguna setelah berhasil login. Pada Gambar 6 bisa dilihat menu-menu dari aplikasi klasterisasi yaitu menu Siswa, Kelas, Cluster, Nilai dan Guru. Pada pojok kanan atas juga terdapat ikon keterangan nama pengguna atau user yang sedang *login*, sehingga apabila ingin logout bisa klik pada ikon pengguna dan pilih *logout* maka aplikasi akan menampilkan halaman *Login*.



Gambar 6. Halaman utama

4.3. Manajemen Guru

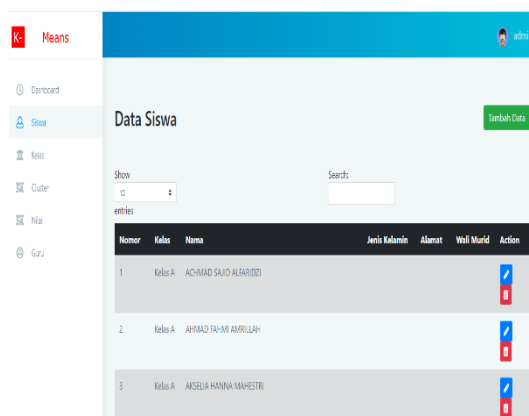
Gambar 7 merupakan menu manajemen guru bisa digunakan dengan mengklik menu “Guru”. Pengguna aplikasi langsung diperlihatkan daftar pengguna aplikasi yang sudah tersimpan di *database*. Di dalam menu ini pengguna bisa melihat, membuat, mengubah dan menghapus data guru dimana data guru yang dihapus menyebabkan guru tersebut tidak dapat *login* ke aplikasi.



Gambar 7. Halaman manajemen guru

4.4. Manajemen Siswa

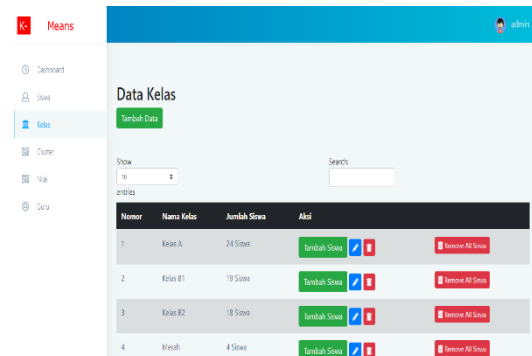
Menu manajemen siswa bisa digunakan dengan mengklik menu “Siswa”. Pengguna aplikasi langsung diperlihatkan daftar siswa yang sudah tersimpan di *database*. Di dalam menu ini pengguna bisa melihat, membuat, mengubah dan menghapus data siswa. Halaman manajemen siswa bisa dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Halaman manajemen siswa

4.5. Manajemen Kelas

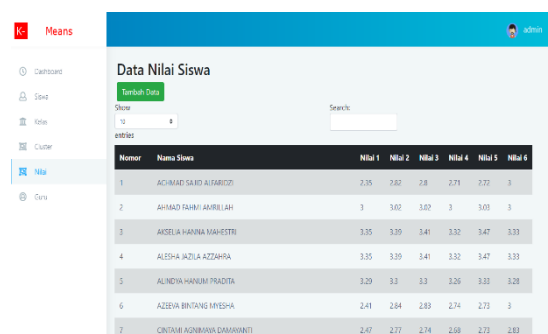
Menu manajemen kelas bisa dilihat pada Gambar 9. Pada menu “Kelas” pengguna aplikasi langsung diperlihatkan daftar kelas yang sudah ada dan pengguna bisa melihat, membuat, mengubah dan menghapus data Kelas. Agar bisa dilakukan klusterisasi, setiap siswa yang telah dibuat harus dimasukkan ke dalam satu kelas.



Gambar 9. Halaman manajemen kelas

4.6. Manajemen Nilai

Gambar 10 merupakan halaman manajemen nilai. Dalam menu ini pengguna bisa melihat dan menambah nilai siswa, namun untuk menghindari kesalahan pengguna yang dapat menyebabkan *crash* pada aplikasi maka fungsi ubah dan hapus dalam menu ini diabaikan, pengguna bisa menghapus nilai dengan menghapus siswa pada menu “Siswa” sehingga tidak ada data siswa yang punya nilai “null”. Untuk memasukkan nilai siswa, pengguna aplikasi dapat mengklik tombol “Tambah data” pada menu “Nilai”. Pengguna wajib memasukkan 6 aspek siswa yakni nilai agama dan moral, fisik dan motorik, kognitif, sosial emosional, bahasa dan seni. Setiap nilai yang dimasukkan punya tipe data *double* yang memungkinkan penyimpanan nilai desimal.



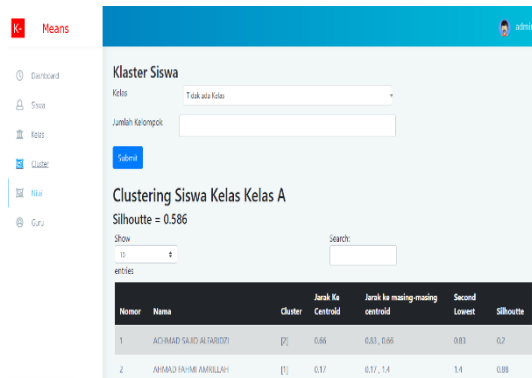
Gambar 10. Halaman manajemen nilai

4.7. Halaman Klusterisasi

Menu “Cluster” pada Gambar 11 dipakai untuk melakukan klusterisasi dengan algoritma *K-Means*. Sebelum melakukan klusterisasi, pengguna harus sudah melalui tahap manajemen siswa, manajemen kelas, memasukkan siswa ke dalam kelas dan manajemen nilai karena sistem melakukan perhitungan berdasar data-data yang dimasukkan

pada tahap tersebut. Pengguna dapat melakukan klasterisasi dengan memilih kelas (*dropdown*) dan jumlah kelompok (*integer*).

Jumlah kelompok yang dimasukkan tidak bisa lebih atau sama dengan jumlah siswa. Hasil *K-Means clustering* yang muncul menampilkan siswa-siswa yang ada dalam kelas yang dipilih beserta *cluster*-nya. Informasi tambahan seperti jarak ke *centroid* terpilih, jarak ke masing-masing *centroid*, *centroid* terdekat kedua dan nilai *silhouette* juga muncul pada menu ini.



Gambar 11. Halaman Klasterisasi

Gambar 12 merupakan *source code* yang digunakan untuk menentukan titik *centroid* awal.

```
$jmlqw = $jml_siswa/$request->jml + 0.5;
$angka_bantu = round($jmlqw)-1;
$absen = $absen+$angka_bantu;
```

Gambar 12. Source code menentukan centroid awal

Gambar 13 merupakan *source code* untuk perhitungan jarak menggunakan euclidean *distance* untuk menghitung jarak terdekat dengan centroid dan menentukan data tersebut masuk kedalam kluster yang sesuai dengan metode *K-Means*.

```
$cluster[$x] = round(sqrt(pow($nilai_1-$nilai_11,2)+pow($nilai_2-$nilai_21,2)+pow($nilai_3-$nilai_31,2)+pow($nilai_4-$nilai_41,2)+pow($nilai_5-$nilai_51,2)+pow($nilai_6-$nilai_61,2)),2);
$cluste[$c] = round(sqrt(pow($nilai_1-$nilai_11,2)+pow($nilai_2-$nilai_21,2)+pow($nilai_3-$nilai_31,2)+pow($nilai_4-$nilai_41,2)+pow($nilai_5-$nilai_51,2)+pow($nilai_6-$nilai_61,2)),2);
$n->jarak = min($cluster);
$n->save();
```

Gambar 13. Source code perhitungan k-means

Gambar 14 merupakan *source code* yang digunakan untuk menghitung nilai *silhouette coefficient*.

```
$klaster = array_keys($cluster, min($cluster));
if($n->cluster != $klaster){
    $n->cluster = $klaster;
    $n->jarak = min($cluster);
    $clusterq = implode(' ', $cluster);
    $n->jarak = $clusterq;
    sort($cluste, SORT_NUMERIC);
    $n->second_lowest = $cluste[1];
    $silhouette = ($cluste[1]-min($cluster))/($cluste[1]);
    $n->silhouette = $silhouette;
    $n->save();
}
```

Gambar 14. Source code perhitungan silhouette coefficient

4.8. Pengujian Silhouette

Pengujian keberhasilan sistem dilakukan dengan menghitung nilai *Silhouette Coefficient* pada setiap klasterisasi yang dilakukan. Nilai *Silhouette Coefficient* antara 0 hingga 1, semakin mendekati 1 maka jumlah klaster yang dipilih pada suatu kelas semakin baik. Tahap klasterisasi akan terus dilanjutkan sampai pengguna menemukan ada klaster yang tidak memiliki anggota atau jumlah klaster sudah mencapai setengah dari total siswa pada kelas yang dipilih.

Pada kelas A nilai silhouette terendah ada pada klasterisasi 2 klaster dengan nilai 0,586. Nilai silhouette terbaik ada pada klasterisasi 3 klaster dengan nilai 0,758. Maka berdasarkan algoritma *K-Means* dengan kondisi nilai masing-masing siswa di Kelas A, disarankan untuk membagi ke dalam 3 kelompok belajar. Tabel 2 menunjukkan hasil rekapitulasi nilai *silhouette*.

Tabel 2. Rekapitulasi nilai silhouette coefficient

Jumlah Klaster	Nilai Silhouette	Jumlah Klaster Tanpa Anggota	Jumlah Klaster dengan 1 Anggota
2 klaster	0,586	0	0
3 klaster	0,758	0	1
4 klaster	0,654	0	2
5 klaster	0,667	1	2

4.9. Pengujian Blackbox

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui baik tidaknya kinerja aplikasi dengan melihat tingkat kesesuaian skenario pengujian dengan hasil yang sesuai. Berikut hasil pengujian *blackbox* yang telah dilakukan.

Tabel 3. Hasil pengujian Login

Kasus Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	
		Sesuai	Tidak Sesuai
Mengisi username dan password dengan benar	Berhasil login dan tampil dashboard	✓	-
Mengisi username benar dan password salah	Gagal login	✓	-

Tabel 4. Hasil pengujian menu “Siswa”

Kasus Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	
		Sesuai	Tidak Sesuai
Tambah data dengan mengisi semua <i>field</i> data	Data siswa berhasil tersimpan	✓	-
Tambah data hanya dengan mengisi <i>field</i> NISN dan nama siswa	Data siswa berhasil tersimpan	✓	-
Tambah data siswa dengan <i>field</i> NISN kosong	Data siswa tidak bisa disimpan dan ada notif NISN wajib diisi	✓	-
Tambah data siswa dengan NISN yang sama	Data siswa tidak bisa disimpan	-	✓
Edit <i>field</i> nama, alamat, jenis kelamin, nama orangtua siswa	Data siswa berhasil diedit	✓	-
Hapus data siswa	Data siswa berhasil dihapus	✓	-

Tabel 5. Hasil pengujian menu “Kelas”

Kasus Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	
		Sesuai	Tidak Sesuai
Menambah kelas baru	Kelas berhasil ditambahkan	✓	-
Menghapus salah satu siswa dalam kelas	Data siswa terhapus dari kelas	✓	-
Menghapus kelas	Keseluruhan data kelas terhapus	✓	-
Mengedit nama kelas	Nama kelas berhasil diubah	✓	-

Tabel 5. Hasil pengujian menu “Guru”

Kasus Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	
		Sesuai	Tidak Sesuai
Tambah data dengan mengisi semua <i>field</i> data	Data guru berhasil tersimpan	✓	-
Tambah data dengan mengosongi salah satu <i>field</i>	Muncul <i>notifikasi</i> melengkapi data yang kosong	✓	-
Merubah password dan sandi	Password dan sandi baru disimpan	✓	-
Menghapus data pengguna	Data pengguna terhapus	✓	-

Tabel 6. Hasil pengujian menu “Nilai”

Kasus Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	
		Sesuai	Tidak Sesuai
Tambah data dengan mengisi semua <i>field</i> data	Data nilai berhasil tersimpan	✓	-
Tambah data dengan tidak mengisi salah satu <i>field</i> nilai	Muncul <i>notifikasi</i> data yang harus diisi	✓	-

Tabel 7. Hasil pengujian menu “Cluster”

Kasus Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	
		Sesuai	Tidak Sesuai
Memilih jumlah kelompok dan kelas dengan rentang nilai lebih dari 1 dan kurang dari jumlah siswa di kelas	Menampilkan hasil klasterisasi	✓	-
Memilih jumlah kelompok tanpa memilih kelas	Klasterisasi tidak berjalan	✓	-
Memilih jumlah kelompok dan kelas dengan jumlah kelompok lebih dari jumlah siswa	Klasterisasi tidak berjalan	✓	-

4.10. Pengujian Pengguna

Pengujian pengguna dilakukan dengan memberikan kuisioner kemudian meminta mereka memberikan nilai pada pertanyaan-pertanyaan tersebut. Skala nilai yang diberikan berupa angka 1,2,3,4 dan 5 dimana nilai 1 merupakan nilai terendah dan nilai 5 merupakan nilai tertinggi. Jawaban masing-masing penguji kemudian dikumpulkan dan rekapitulasi seperti berikut:

Tabel 8. Rekapitulasi Pengujian Kepuasan Pengguna

Skala Penilaian	Jumlah penilaian	Total (Skala x Jumlah)
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	14	56
5	116	580
Total Skor diperoleh (A)		636
Total Skor Maksimum (B)		650

Keterangan:

Jumlah pengguna = 10 orang

Jumlah indikator penilaian = 13 pertanyaan

C : Persentase

$$\text{Sehingga, } C = \frac{A}{B} \times 100\% = \frac{636}{650} = 97,8\%$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berikut ini adalah kesimpulan yang bisa diperoleh dalam pengerjaan penelitian dari awal hingga akhir: Klasterisasi siswa berdasarkan hasil belajar menggunakan *K-Means* berbasis web ini dibuat melalui 5 tahap metode waterfall Pressman 2015 yaitu mulai tahap *communication*, *planning*, *modelling*, *construction* dan *deployment*. Kode sumber aplikasi dibuat dengan memadukan bahasa pemrograman web dan *framework Laravel*. Klasterisasi berbasis web yang dibuat dapat memenuhi kebutuhan fungsional yang telah di desain meliputi manajemen pengguna, manajemen siswa dan klasterisasi *K-Means* itu sendiri. Hasil pengujian aplikasi menggunakan *Silhouette Coefficient* memiliki nilai *silhouette* terendah 0,586 dengan jumlah klaster 2 dan nilai tertinggi 0,758 pada pembentukan 3 klaster. Keberhasilan aplikasi juga dinilai dari *Black Box Testing* yang menghasilkan kesesuaian 100% untuk seluruh menu yang

ada dalam aplikasi. Hasil pengujian pengguna terhadap aplikasi klasterisasi juga sangat baik dengan nilai 97,84 %.

5.2. Saran

Berikut saran-saran yang dapat digunakan untuk memperbaiki penelitian ini di masa depan: Jumlah klaster dengan nilai *silhouette* terbaik pada aplikasi ini masih dicari secara manual dengan memasukkan satu persatu jumlah kelompok yang diinginkan. Kedepan bisa dilengkapi dengan fungsi yang bisa mencari jumlah klaster terbaik secara otomatis berdasarkan nilai *silhouette* tertinggi, Aplikasi ini kedepannya bisa diunggah ke server publik sehingga bisa diakses kapanpun dan dimanapun menggunakan jaringan internet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Surani, D., 2019, May. Studi literatur: Peran teknolog pendidikan dalam pendidikan 4.0. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP* (Vol. 2, No. 1, pp. 456-469).
- [2] Putra, M.R.E., Prananosa, A.G. and Marianita, M., 2018. Manajemen Tenaga Pendidik SDIT Mutiara Cendekia Lubuklinggau. *Alignment: Journal of Administration and Educational Management*, 1(1), pp.38-47.
- [3] Dewi, S., Defit, S. and Yuhandri, Y., 2021. Akurasi Pemetaan Kelompok Belajar Siswa Menuju Prestasi Menggunakan Metode K-Means. *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, pp.28-33.
- [4] Priyanto, D., Zarlis, M., Mawengkang, H. and Efendi, S., 2019, December. Studi Literatur Konsep Dasar Machine Learning Dan Neural Network. In *Prosiding SiManTap: Seminar Nasional Matematika dan Terapan* (Vol. 1, pp. 160-166).
- [5] Santosa, S., Panjidang, W.L. and Santosa, Y.P., 2019. Klasterisasi Kecerdasan Majemuk Siswa Berbasis Jaringan Syaraf Kohonen Guna Mendukung Adaptive Elearning. *Jurnal Cyberku*, 15(2), pp.123-141.
- [6] Kuswandi, D., Surahman, E., Thaariq, Z.Z.A. and Muthmainnah, M., 2018, October. K-Means clustering of student perceptions on project-based learning model application. In *2018 4th International Conference on Education and Technology (ICET)* (pp. 9-12). IEEE.
- [7] Hasanah, M., Defit, S. and Nurcahyo, G.W., 2019. Implementasi Algoritma K-Means untuk Klasterisasi Peserta Olimpiade Sains Nasional Tingkat SMA. *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, pp.29-34.
- [8] Khourdifi, Y. and Bahaj, M., 2019. Heart disease prediction and classification using machine learning algorithms optimized by particle swarm optimization and ant colony optimization. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 12(1), pp.242-252.
- [9] Sari, K., 2020. Analisis Evaluasi Perhitungan Jarak Terhadap Nilai Silhouette Coefficient pada Algoritma K-Means.