

Sistem Informasi Klasifikasi Minat Siswa Terhadap Ekstrakurikuler Untuk Pembinaan Lomba Dengan Metode *K-Means Clustering*

Classification Information System of Students Interests in Extracurriculars for Contest Development with the K-Means Clustering Method

Ahmad Fanani¹

Siti Aminah^{2*}

Febry Eka Purwiantono³

^{1,2}Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Informatika & Komputer Indonesia Malang, Indonesia

³Manajemen Informatika, Sekolah Tinggi Informatika & Komputer Indonesia Malang, Indonesia

¹fananiapps@gmail.com, ²sitiaminah@stiki.ac.id, ³febry@stiki.ac.id

***Penulis Korespondensi:**

Siti Aminah

sitiaminah@stiki.ac.id

Riwayat Artikel:

Diterima : 15 Juni 2023

Direview : 30 Juni 2023

Disetujui : 24 Agustus 2023

Terbit : 24 Agustus 2023

Abstrak

Kegiatan ekstrakurikuler di MI (Madrasah Ibtidaiyah) As – Shodiq hanya digunakan untuk kegiatan diluar jam pelajaran normal untuk mengisi rapor saja, namun muncul masalah ketika ada perlombaan. Guru kesulitan memilih siswa untuk diikuti lomba. Pemilihan siswa dan juga pembinaannya selalu mendadak dan hasil yang diperoleh dalam lomba tidak maksimal. Supaya pemilihan siswa dalam kegiatan lomba sesuai dengan bakat dan ekstrakurikuler yang diikuti, maka diperlukan sistem informasi yang dapat mengklasifikasi minat siswa menerapkan metode *k-means clustering*. Nilai – nilai yang ada pada rapor dan nilai harian menjadi parameter pada metode *k-means clustering*. Penelitian ini menggunakan metodologi waterfall yaitu *requirement analysis, design, development* dan *testing*. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasi siswa pada kelas ekstrakurikuler yang kemudian akan dibina untuk memaksimalkan ekstrakurikuler sehingga siswa siap ikut pendampingan lomba. Jadi, berdasarkan hasil penelitian adalah sistem informasi dapat mengklasifikasikan siswa kedalam kelas – kelas mata pelajaran yang ada pada ekstrakurikuler, sehingga guru dapat membina siswa dalam masing – masing kelas jauh – jauh hari untuk dipersiapkan lomba. Namun dalam sistem informasi masih ada beberapa kendala seperti waktu perhitungan *k-means* dan fitur yang dapat ditambahkan untuk penelitian selanjutnya.

Kata Kunci: *Ekstrakurikuler, K-Means Clustering, Sistem Informasi*

Abstract

Extracurricular activities at MI (Madrasah Ibtidaiyah) As – Shodiq are only used for activities outside normal school hours to fill out report cards, but problems arise. in the competition is not optimal. With the existing problems, it is expected that the information system built using the website combined with the k-means clustering method can solve the existing problems. By referring to the values in the report cards and daily values, they become parameters for the k-means clustering method. In this study using the waterfall methodology, in the waterfall methodology there are various stages, such as requirements analysis, design, development and testing. This research aims to classify students in extracurricular classes which will then be fostered to maximize extracurricular activities. So, based on the results of research conducted in the development of an information system in the form of a website combined with the k-means clustering method, it has been able to classify

students into classes of subjects in extracurricular, so that teachers can foster students in each class long ago. to prepare for the competition. However, in the information system there are still some obstacles such as the time of calculating k-means and features that can be added for further research.

Keywords: Extracurricular, K-Means Clustering, Information Systems

1. Pendahuluan

Kegiatan ekstrakurikuler di MI (Madrasah Ibtidaiyah) As – Shodiq digunakan sebagai kegiatan diluar jam pelajaran reguler. Kegiatan ekstrakurikuler ini disebut ekstrakurikuler mata pelajaran, yaitu mencakup mata pelajaran Matematika, IPA dan Bahasa Indonesia. Biasanya sekolah diundang untuk mengikuti perlombaan siswa dalam berbagai tingkatan (Kecamatan, Kabupaten ataupun Provinsi) seperti perlombaan olimpiade Matematika, IPA, dan Bahasa Indonesia. Masalah yang dialami guru adalah kesulitan untuk menentukan siswa yang akan diikutkan lomba. Saat terpilih siswa yang paling berprestasi di kelasnya, guru melakukan bimbingan pada siswa tersebut secara mendadak. Jadi hasilnya tidak maksimal untuk diikutkan lomba. Pemilihan siswa untuk diikutkan lomba dilakukan dengan cara melihat siswa yang nilainya tertinggi dalam mata pelajaran yang dilombakan.

Masalah pemilihan siswa peserta lomba ini sebenarnya bisa diatasi dengan membina siswa yang berminat pada salah satu kegiatan ekstrakurikuler mata pelajaran. Jadi tiap siswa bisa dibimbing dari awal semester secara bertahap di kelas ekstrakurikuler yang diikuti. Untuk menentukan minat siswa bisa dilakukan dengan melihat nilai hasil belajar siswa pada mata pelajaran yang ada di ekstrakurikuler. Seperti yang dilakukan pada penelitian Penerapan *Data Mining* Untuk Pengelompokan Siswa Berdasarkan Nilai Akademik dengan Algoritma *K-Means*. Pada penelitian ini menggunakan hasil nilai rapor yang kemudian dikelompokkan menjadi 3 cluster[1].

Untuk memilih siswa yang tepat pada satu kelas ekstrakurikuler diperlukan data nilai 3 mata pelajaran tersebut. Kemudian diputuskan bahwa siswa tersebut cocok masuk di kelas mana. Pengklasifikasian ini mengacu pada kriteria atau parameter yang ada dengan metode data mining. Data mining dapat membantu sebuah organisasi yang memiliki data melimpah untuk memberikan informasi yang dapat mendukung pengambilan keputusan [2]. Dengan permasalahan tersebut, maka untuk mengklasifikasikan minat siswa, peneliti menggunakan metode *K-Means Clustering*. Algoritma *K-Means* dipilih karena memiliki ketelitian yang cukup tinggi terhadap ukuran objek, sehingga algoritma ini relatif lebih terukur dalam suatu data yang besar [3]. Metode ini berusaha untuk meminimalkan variasi antar data yang ada di dalam suatu *cluster* dan memaksimalkan variasi dengan data yang ada di *cluster* lainnya [3].

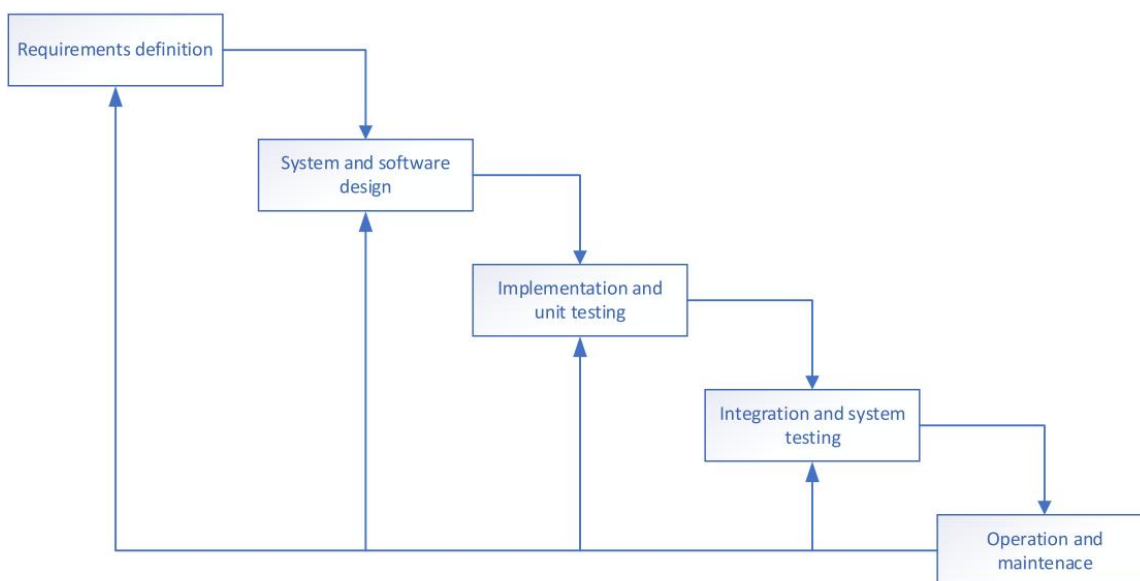
Untuk mengatasi pemilihan minat siswa dalam kelompok ekstrakurikuler, maka peneliti mengembangkan sistem informasi klasifikasi minat siswa terhadap ekstrakurikuler untuk pembinaan lomba dengan metode *K-Means Clustering* berbasis *website*. Dengan pengelompokan kelas ekstrakurikuler, guru dapat membina siswa sehingga pembelajaran pada kelas ekstrakurikuler maksimal pemanfaatannya dan siswa lebih siap untuk mengikuti lomba kapanpun. Teknologi clustering data merupakan suatu teknik yang menunjukkan persamaan karakteristik dalam suatu kelompok sehingga akan menghasilkan informasi yang berguna nantinya[4]. Pada penelitian ini, metode *K-Means* digunakan untuk memilih atribut – atribut sesuai dengan kebutuhan, minat dan bakat siswa[5].

Sebelumnya, data mining diterapkan untuk pemilihan siswa kelas unggulan dengan metode *K-Means Clustering* dengan 3 *cluster* untuk pengelompokannya[6][7][2][8], ada juga dengan 2 *cluster* dengan metode SDLC [5]. Untuk *cluster* dan atribut yang diambil sesuai dengan kebutuhan peneliti yaitu 3 *cluster*. Tiga *cluster* itu adalah kelas olimpiade Matematika, IPA, dan Bahasa Indonesia. Data yang diolah menggunakan K-means adalah data nilai pembelajaran 3 mata pelajaran tersebut. Sistem informasi pada penelitian ini menggunakan *waterfall*.

Dalam membangun sebuah sistem informasi dibutuhkan pemahaman yang baik tentang analisis dan pengembangan terhadap sistem informasi yang dibangun agar dapat menghasilkan suatu hasil yang baik. Peneliti memilih metode *waterfall* dalam pengembangan sistem karena sistem rangkaian jelas, gambaran akhir jelas dan baik dalam dokumentasi [9]

2. Metode Penelitian

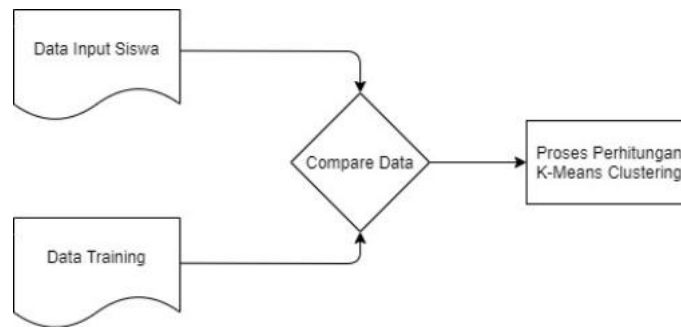
Peneliti melakukan perancangan sistem yang didasarkan pada metodologi *waterfall* atau air terjun. Dengan tahapan-tahapan yang sesuai dengan metodologi *waterfall* dan tahap *maintenance* pada metodologi tersebut tidak digunakan. Tahapan-tahapan sebagai berikut (1) Tahap *Requirement Analysis*, (2) Tahap *Design*, (3) Tahap *Development*, (4) Tahap *Testing*, (5) Tahap *operation and maintenace*.



Gambar 1. Tahapan *waterfall* [10]

Pada tahap *requirement analysis* peneliti mengumpulkan data – data yang dibutuhkan untuk sistem informasi yang akan dibangun. Data – data yang dibutuhkan akan diobservasi dan pengumpulan data peneliti bekerja sama dengan wali kelas untuk mengumpulkan nilai yang ada pada rapor. Setelah data terkumpul peneliti akan mengolah data tersebut kedalam bentuk database yang akan disesuaikan dengan sistem informasi yang ada agar sistem bisa membacanya dengan mudah. Pada tahap *design* peneliti akan membuat UI/UX yang kemudian akan dilanjutkan untuk membuat atau tahap *development* sistem informasinya. Setelah tahapan sudah dilakukan maka akan dilanjutkan untuk uji sistem informasi dengan pemodelan data.

Pemodelan data digunakan untuk menguji keakuratan data pada sistem berdasarkan data yang sudah dibuat. Proses training untuk membangun model *parameter* atau kriteria pada penelitian ini dibutuhkan data *training*. Selanjutnya dilakukan pengujian model klasifikasi nilai yang dihasilkan pada proses *training* dengan menggunakan data nilai yang diinputkan siswa.



Gambar 2. Pemodelan Data

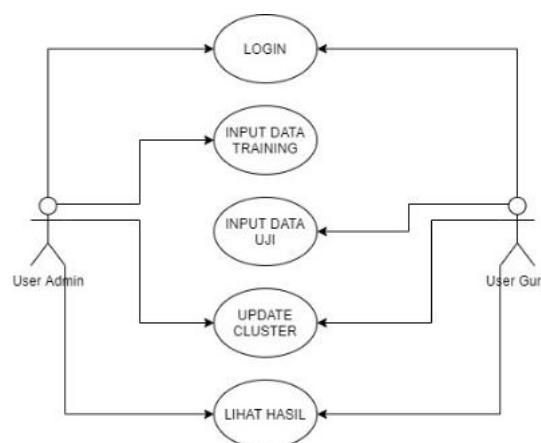
Gambar 2 merupakan pemodelan data pada saat melakukan pengujian nilai siswa. Berikut penjelasan mengenai alur pemodelan data (1) Data berupa nilai yang didapatkan dari nilai siswa pada sekolah. (2) Langkah selanjutnya adalah melakukan komparasi data. pada proses ini dilakukan pencocokan data yang sudah diinputkan ke data *training*. (3) Setelah melakukan komparasi antara data yang diinputkan dengan data *training*, langkah selanjutnya adalah proses perhitungan menggunakan metode *K-Means Clustering*. (4) Setelah perhitungan dilakukan, langkah selanjutnya adalah menentukan model klasifikasi berdasarkan hasil perhitungan. (5) Setelah menentukan proses penentuan model klasifikasi, langkah terakhir adalah memberikan hasil prediksi klasifikasi siswa.

Untuk pengujian sistem menggunakan pengujian *alpha* dilakukan dengan metode *black box*. Pada tahap akhir yaitu operation and maintenance, system informasi siap digunakan oleh pihak sekolah dengan perbaikan secara bertahap sesuai kebutuhan.

3. Hasil dan Pembahasan

Requirement Analysis

Pada kasus ini MI As – Shodiq kesulitan untuk menilai siswanya berminat dalam mata pelajaran yang ada. Dengan demikian pengembangan sistem informasi akan sangat berguna. Pada *use case* diagram dapat dilihat ada 2 jenis *user*, yaitu *user admin* dan *user* biasa sebagai guru. *User admin* dapat melakukan login untuk mengolah data *training* dan *user* guru dapat mengelola data uji. Kedua *user* tersebut dapat melakukan perhitungan *k-means* atau *update cluster*.



Gambar 3. Use Case Diagram

Tahap Design

Secara umum sistem ini terdiri dari 3 bagian yaitu pengambilan data, pengkategorian dan klasifikasi data. Gambar 3 menunjukkan tentang arsitektur sistem yang dimulai dari

pengumpulan data, pengkategorian, melakukan perhitungan dengan metode *K-Means Clustering* hingga didapatkan hasil klasifikasi data dari nilai siswa.

Pengumpulan data melalui *admin* sekolah yang digunakan untuk data *training*. Setelah data terkumpul selanjutnya adalah mengkategorikan data tersebut kedalam data *training* atau data uji dan juga mengkategorikan data nilai kedalam mata pelajaran tertentu. Jika data *training* maka harus diinputkan oleh *admin* dan untuk data uji harus diinputkan guru. Dan langkah terakhir adalah perhitungan menggunakan metode *K-Means Clustering*. Pada perhitungan ini data yang digunakan adalah data yang sudah melalui pengkategorian.



Gambar 4. Arsitektur sistem

Penerapan *K-Means Clustering*

Data yang sudah dikumpulkan pada proses observasi dan pengumpulan data akan digunakan pada perhitungan *K-Means* dalam sistem informasi yang berupa website. Data yang digunakan untuk perhitungan adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Pemodelan Data

NIS	Nama	Minat	Matematika	IPA	Bahasa Indonesia
1111	Abdullah Qosim Arrosyid	1	84	96	83
1112	Achmad Subhan	2	70	83	89
1113	Ahmad Azka Hakim Fauzi	1	72	100	97
1114	Ahmad Dimas Rifai	1	95	75	86
1115	Ahmad Muzaaki Minam	3	87	96	99
1116	Ahmad Razan Baihaqi	2	73	97	82
1117	Ahmad Zakhi Maulidani	2	100	88	89
1118	Ahmad Yazid	2	73	77	95
1119	Ahmad Ludfi Zamzami I	3	84	72	99
1120	Akmad Dhiya Uddin T	1	99	92	75

Data pada tabel tersebut adalah data yang dikumpulkan oleh peneliti yang digunakan untuk perhitungan dalam sistem. Setelah data sudah didapatkan maka harus menentukan *centeroid* awal untuk perhitungan *k-means*. Pada penelitian ini *centeroid* awal diambil dari nilai tertinggi tiap mata pelajaran. Didapatkan *centeroid* awal sebagai berikut :

Tabel 2. Centeroide Awal

Centeroide	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3
C1	100	70	70
C2	70	100	70
C3	70	70	100

Keterangan :

C1 & Kriteria 1 : Matematika

C2 & Kriteria 2 : IPA

C3 & Kriteria 3 : Bahasa Indonesia

Setelah data dan juga *centeroide* awal sudah ditentukan maka akan dimasukkan kedalam rumus *K-Means Clustering*. Berikut adalah rumus *K-Means Clustering*:

$$D(X, Y) = |x - y| = \sqrt{\sum (x_i - y_i)^2}$$

Keterangan :

D (X, Y) : jarak objek antara Xi dan Yi

Xi : Data dari objek Xi pada dimensi i

Yi : Data dari objek Yi pada dimensi i

Data yang dihitung dengan *centeroide* awal akan menghasilkan jarak sebagai berikut :

Tabel 3. Jarak Centeroide Awal

NIS	Nama	C1	C2	C3	C1	C2	C3
1111	Abdullah Qosim Arrosyid	33.18	19.52	34.07		ok	
1112	Achmad Subhan	37.82	25.50	17.03			ok
1113	Ahmad Azka Hakim Fauzi	49.12	27.07	30.22		ok	
1114	Ahmad Dimas Rifai	17.49	38.81	29.09	ok		
1115	Ahmad Muzaaki Minam	41.06	33.85	31.08			ok
1116	Ahmad Razan Baihaqi	40.02	12.73	32.59		ok	
1117	Ahmad Zakhi Maulidani	26.17	37.48	36.67	ok		
1118	Ahmad Yazid	37.46	34.10	9.11			ok
1119	Ahmad Ludfi Zamzami I	33.18	42.67	14.18			ok
1120	Akmd Dhiya Uddin T	22.58	30.50	44.16	ok		

Pada tabel diatas adalah hasil perhitungan dengan rumus *K-Means Clustering*. Kemudian setelah mendapatkan hasil dari iterasi pertama maka akan dicari *centeroide* baru yang mengacu pada hasil dari iterasi pertama. Untuk mencari *centeroide* baru maka bisa diambil contoh pada siswa dengan NIS 1114, 1117 dan 1120 masuk pada C1 atau mata pelajaran Matematika. Kemudian diambil nilai dari masing – masing siswa sebagai berikut :

$$\text{Centroid Baru} = (95+88+99) / 3$$

Nilai pada *centeroide* baru adalah nilai dari siswa dengan NIS 1114, 1117 dan 1120 yang kemudian dirata – rata sesuai dengan jumlah siswa pada C1 tersebut. Kemudian iterasi kedua akan dilakukan dengan menggunakan *centeroide* baru yang sudah dijelaskan sebelumnya.

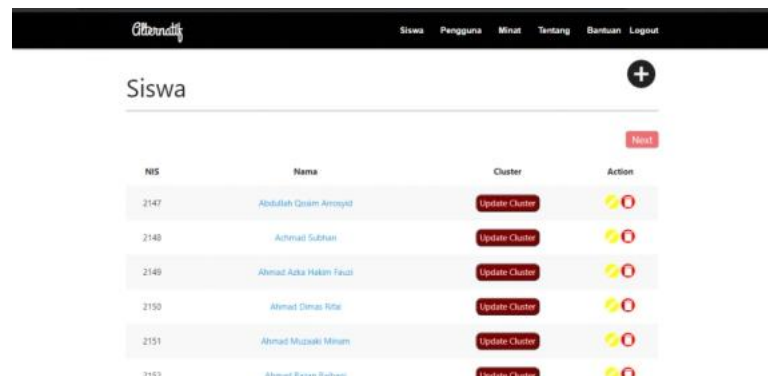
Tabel 4. Jarak Centeroid Baru

NIS	Nama	C1	C2	C3	C1	C2	C3
1111	Abdullah Qosim Arrosyid	17.81	8.90	23.37		ok	
1112	Achmad Subhan	28.64	16.90	9.63			ok
1113	Ahmad Azka Hakim Fauzi	32.98	10.11	23.12		ok	
1114	Ahmad Dimas Rifai	10.78	27.73	21.18	ok		
1115	Ahmad Muzaaki Minam	22.08	11.92	22.33		ok	
1116	Ahmad Razan Baihaqi	27.76	10.20	23.37		ok	
1117	Ahmad Zakhi Maulidani	6.72	22.98	27.10	ok		
1118	Ahmad Yazid	28.72	21.65	2.77			ok
1119	Ahmad Ludfi Zamzami I	24.71	27.19	10.94			ok
1120	Akmd Dhiya Uddin T	10.93	25.69	33.67	ok		

Jika jarak perhitungan centeroid lama dan baru siswa mendapat cluster atau kelompok yang berbeda maka iterasi akan dilanjutkan sampai cluster dari siswa sama.

Tahap Development

Implementasi antar muka dilakukan dengan setiap tampilan program yang dibuat. Berikut ini adalah implementasi antar muka Sistem Informasi Klasifikasi Minat Siswa Terhadap Ekstrakurikuler. Pada Halaman siswa berisi list siswa dan fitur tambah, ubah dan hapus siswa ada pada halaman ini. Begitu juga halam detil siswa bisa diakses melalui halamn ini setelah menekan nama siswa.



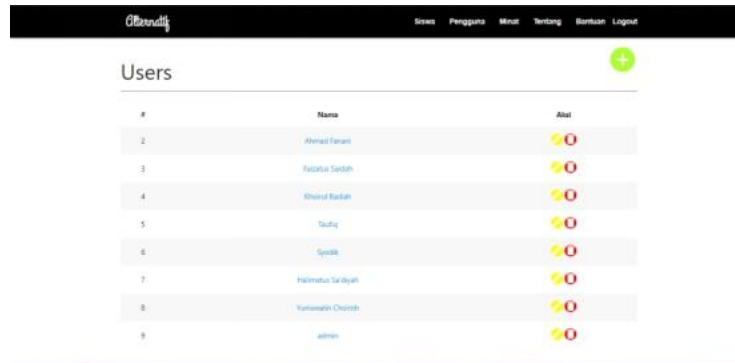
Gambar 5. Halaman Siswa

Pada Halaman detil siswa mencakup data lengkap siswa dan juga pembagian dari *cluster* atau kelas siswa dengan metode *k-means clustering*.



Gambar 6. Halaman Detil Siswa

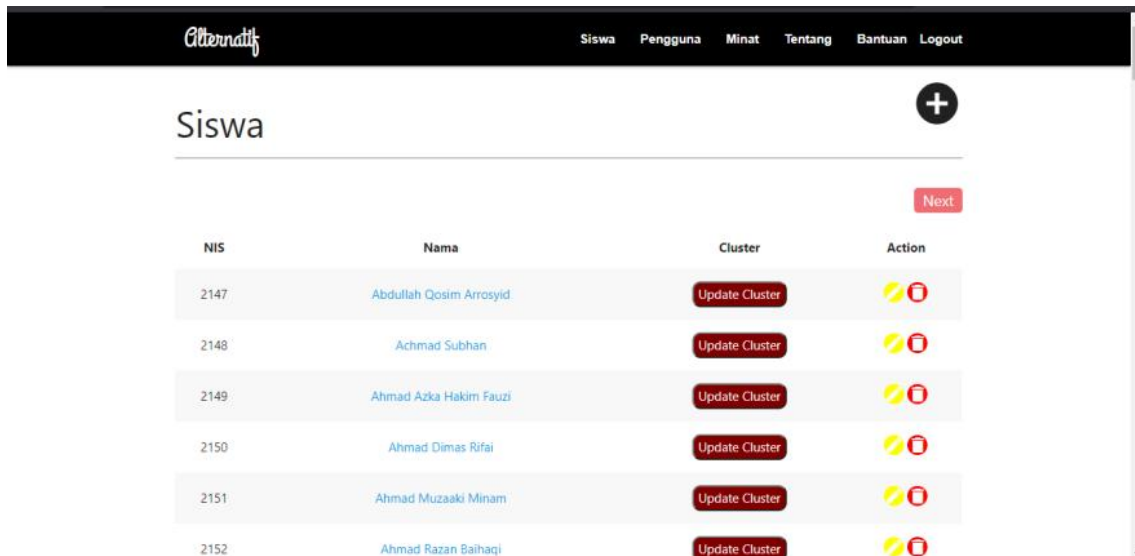
Pada halaman pengguna adalah halaman dimana user admin dapat melihat, menambah, mengubah dan menghapus pengguna.



#	Nama	Aksi
2	Ahmad Farani	[Lightning Bolt] [Trash]
3	Fadatus Saifiah	[Lightning Bolt] [Trash]
4	Ahmad Badhan	[Lightning Bolt] [Trash]
5	Dudiq	[Lightning Bolt] [Trash]
6	Syahrul	[Lightning Bolt] [Trash]
7	Hafidatus Saifiah	[Lightning Bolt] [Trash]
8	Yuswantha Dhuwandi	[Lightning Bolt] [Trash]
9	admin	[Lightning Bolt] [Trash]

Gambar 7. Halaman Pengguna

Pada sistem informasi yang dibuat oleh peneliti untuk memuat daftar siswa dan hasil perhitungan *K-Means* pada *website*.



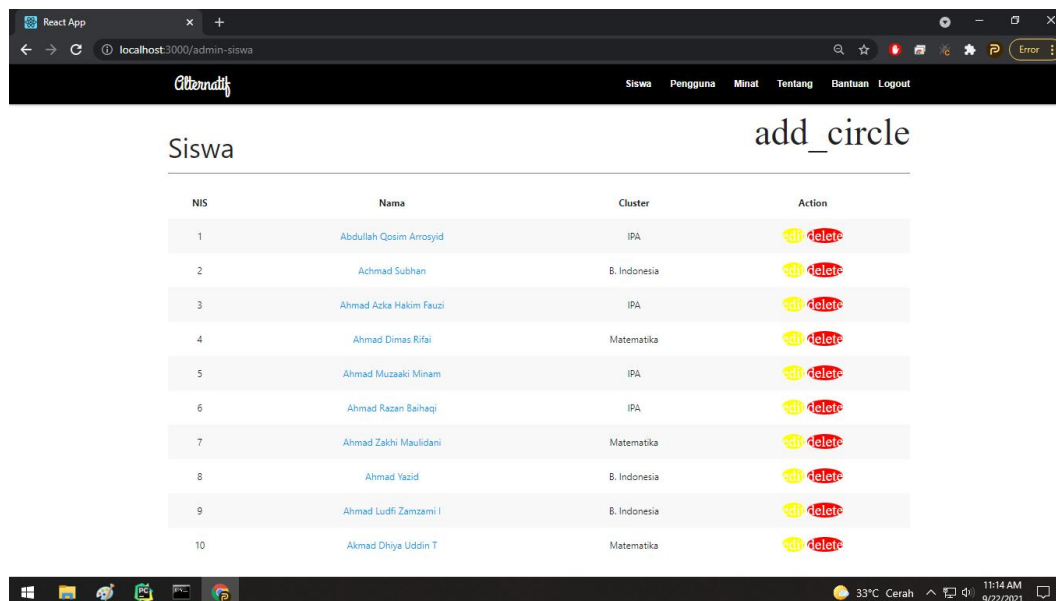
NIS	Nama	Cluster	Action
2147	Abdullah Qosim Arrosyid	[Update Cluster]	[Lightning Bolt] [Trash]
2148	Achmad Subhan	[Update Cluster]	[Lightning Bolt] [Trash]
2149	Ahmad Azka Hakim Fauzi	[Update Cluster]	[Lightning Bolt] [Trash]
2150	Ahmad Dimas Rifai	[Update Cluster]	[Lightning Bolt] [Trash]
2151	Ahmad Muzaaki Minam	[Update Cluster]	[Lightning Bolt] [Trash]
2152	Ahmad Razan Baihaqi	[Update Cluster]	[Lightning Bolt] [Trash]

Gambar 8. Halaman Daftar Siswa dan Hasil

Pada Gambar 8 ditampilkan daftar siswa dan juga hasil dari perhitungan *K-Means Clustering*. Pada halaman ini ada fitur tambah, edit dan hapus data, dihalaman ini juga terdapat tombol yang akan menghitung *K-Means Clustering* dan langsung akan tampil pada daftar siswa.

Tahap Testing

Hasil dari perhitungan manual dan pada *website* adalah sebagai berikut :



Gambar 9. Hasil Perhitungan Sistem

Pada perhitungan sistem tabel pengelompokkannya adalah sebagai berikut

Keterangan :

C1 = Matematika

C2 = IPA

C3 = B. Indonesia

Tabel 5. Hasil Perhitungan Sistem

NIS	C1	C2	C3
1111		OK	
1112			OK
1113		OK	
1114	OK		
1115		OK	
1116		OK	
1117	OK		
1118			OK
1119			OK
1120	OK		

Tabel 6. Hasil Perhitungan Manual

NIS	Nama	C1	C2	C3	C1	C2	C3
1111	Abdullah Qosim Arrozyid	17.81	8.90	23.37		ok	
1112	Achmad Subhan	28.64	16.90	9.63			ok
1113	Ahmad Azka Hakim Fauzi	32.98	10.11	23.12		ok	
1114	Ahmad Dimas Rifai	10.78	27.73	21.18	ok		
1115	Ahmad Muzaaki Minam	22.08	11.92	22.33		ok	
1116	Ahmad Razan Baihaqi	27.76	10.20	23.37		ok	
1117	Ahmad Zakhi Maulidani	6.72	22.98	27.10	ok		
1118	Ahmad Yazid	28.72	21.65	2.77			ok
1119	Ahmad Ludfi Zamzami I	24.71	27.19	10.94			ok
1120	Akmad Dhiya Uddin T	10.93	25.69	33.67	ok		

Terlihat kedua perhitungan hasil cluster-nya menunjukkan kelompok yang sama. Itu artinya perhitungan manual dan pada sistem sudah sesuai dan sama.

Pengujian *alpha* dilakukan dengan metode *black box*. Pengujian ini dilakukan untuk menemukan kesalahan – kesalahan atau kekurangan – kekurangan pada website. Dalam pengujian ini masih dalam tahapan pengujian secara fungsionalitas. Pada system informasi ini semua fungsi berfungsi sebagaimana mestinya.

4. Penutup

Hasil penelitian sistem informasi klasifikasi minat siswa terhadap ekstrakurikuler untuk pembinaan lomba dengan metode *K-Means Clustering* yang berupa *website* sudah dapat mengklasifikasi minat siswa kedalam kelas ekstrakurikuler dengan berdasarkan kriteria nilai dari masing – masing siswa yang dibuktikan. Dalam sistem informasi yang berupa *website* masih ada fitur – fitur yang seharusnya ada untuk mempermudah dan memperlancar proses pengklasifikasian siswa.

5. Referensi

- [1] P. S. Hasugian and J. Raphita Sagala, “KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Penerapan Data Mining Untuk Pengelompokan Siswa Berdasarkan Nilai Akademik dengan Algoritma K-Means,” *Media Online*, vol. 3, no. 3, pp. 262–268, 2022, [Online]. Available: <https://djournals.com/klik>.
- [2] . Novi and A. Mubarak, “Penerapan Algoritma K-Means untuk Menentukan Kelas Unggulan di SMP Pelita Bandung,” *Infomatek*, vol. 32, no. 2, pp. 97–106, 2021, doi: 10.23969/infomatek.v23i2.4351.
- [3] C. Purnamaningsih, R. Saptono, and A. Aziz, “Pemanfaatan Metode K-Means Clustering dalam Penentuan Penjurusan Siswa SMA,” *J. Teknol. Inf. ITSmart*, vol. 3, no. 1, p. 27, 2016, doi: 10.20961/its.v3i1.644.
- [4] I. M. A. W. Putra, G. Indrawan, and K. Y. E. Aryanto, “Sistem Rekomendasi Berdasarkan Data Transaksi Perpustakaan Daerah Tabanan dengan menggunakan K-Means Clustering,” *J. Ilmu Komput. Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 18–22, 2018, [Online]. Available: <http://119.252.161.254/e-journal/index.php/jik/article/view/2749/1314>.
- [5] A. Sulistiyawati and E. Supriyanto, “Implementasi Algoritma K-means Clustering dalam Penentuan Siswa Kelas Unggulan,” *J. Tekno Kompak*, vol. 15, no. 2, p. 25, 2021, doi: 10.33365/jtk.v15i2.1162.
- [6] R. P. Primanda, A. Alwi, and D. Mustikasari, “Data Mining Seleksi Siswa Berprestasi Untuk Menentukan Kelas Unggulan Menggunakan Metode k-Means Clustering (Studi Kasus di MTS Darul Fikri),” *Komputek*, vol. 5, no. 1, p. 88, 2021, doi: 10.24269/jkt.v5i1.686.
- [7] J. Hutagalung, “Pemetaan Siswa Kelas Unggulan Menggunakan Algoritma K-Means Clustering,” *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 9, no. 1, pp. 606–620, 2022, doi: 10.35957/jatisi.v9i1.1516.
- [8] P. K.Srimani and A. S. Kamath, “Data Mining Techniques for the performance Analysis of a Learning Model A Case Study,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 53, no. 5, pp. 36–42, 2012, doi: 10.5120/8421-1896.
- [9] Disnakertrans, “Kelebihan Dan Kekurangan Metode Waterfall, Begini Cara Kerjanya,” 14 April, 2021. <https://www.jabarjawara.id/article/detail/kelebihan-dan-kekurangan-metode-waterfall-begini-cara-kerjanya>.
- [10] T. Tjahjanto, A. Arista, and E. Ermatita, “Information System for State-owned inventories Management at the Faculty of Computer Science,” *Sinkron*, vol. 7, no. 4, pp. 2182–2192, 2022, doi: 10.33395/sinkron.v7i4.11678.