

Student Class Grouping System for Informatics Engineering Using K-Means Clustering Method

Tiara Dinar Sabina¹, Muhammad Arhami^{2*}, Muhammad Rizka³

^{1,2,3}Jurusan Tekniknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe, Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301
INDONESIA

*Penulis Korespondensi : muhammad.arhami@pnl.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan pada 11 Mei 25
Direvisi pada 28 Mei 25
Publikasi pada 20 Juni 25

Kata kunci:

Pendidikan
Pengelompokan kelas
K-Means Clustering
Silhouette Score

Keywords:

Education
Class Grouping
K-Means Clustering
Silhouette Score)

ABSTRAK

Pendidikan memiliki peran yang sangat penting dalam pembangunan suatu negara, perguruan tinggi merupakan salah satu lembaga utama dalam mendukung peningkatan kualitas Pendidikan. Program Studi Teknik Informatika di Politeknik Negeri Lhokseumawe melakukan pengacakan kelas setiap pergantian tahun ajaran yang bertujuan untuk menciptakan suasana belajar yang optimal. Namun, hasil pembagian kelas menunjukkan ketidakseimbangan dalam tingkat kemampuan belajar mahasiswa. Beberapa kelas memiliki tingkat kemampuan belajar tinggi dengan Indeks Prestasi Kumulatif rata-rata yang tinggi dan laju pembelajaran cepat. Di sisi lain, terdapat kelas dengan tingkat kemampuan belajar yang tertinggal dan rendahnya motivasi belajar. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mengembangkan sistem berbasis web untuk pengelompokan kelas menggunakan metode *K-Means Clustering*. Sistem ini mengelompokkan mahasiswa berdasarkan IPK, jenis kelamin, asal sekolah, pekerjaan orang tua, tempat tinggal, asal daerah, dan keanggotaan organisasi. Hasil klasterisasi menunjukkan tiga klaster, yaitu Kluster 0 dengan *Silhouette Score* 0,0478 yang menunjukkan tingkat pembelajaran tinggi, Kelompok 1 dengan *Silhouette Score* 0,2024 yang menunjukkan tingkat pembelajaran sedang, serta Kelompok 2 dengan *Silhouette Score* 0,1000 yang menunjukkan tingkat pembelajaran rendah. Kelompok 1 memiliki pemisahan data terbaik, diikuti oleh kelompok 2 dan 0. Penelitian ini diharapkan dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih seimbang dan mendukung motivasi mahasiswa.

ABSTRACT

Education has a very important role in the development of a country, higher education is one of the main institutions in supporting the improvement of the quality of education. The Informatics Engineering Study Program at Politeknik Negeri Lhokseumawe randomizes class assignments at the beginning of each academic year to foster an optimal learning environment. However, the results of class division show an imbalance in the level of student learning ability. Some classes have a high level of learning ability with a high average Grade Point Average and a fast learning pace. On the other hand, there are classes with lagging learning ability levels and low learning motivation. To solve this problem, this research develops a web-based system for class grouping using the *K-Means Clustering* method. The system clusters students based on GPA, gender, school origin, parents' occupation, residence, regional origin, and organization membership. The clustering results show three clusters, namely Cluster 0 with a *Silhouette Score* of 0.0478 which indicates a high learning level, Cluster 1 with a *Silhouette Score* of 0.2024 which indicates a medium learning level, and Cluster 2 with a *Silhouette Score* of 0.1000 which indicates a low learning level. Cluster 1 has the best data separation, followed by clusters 2 and 0. This research is expected to create a more balanced learning environment and support student motivation.

1. Pendahuluan

Pendidikan memiliki peran yang sangat penting dalam pembangunan suatu negara, perguruan tinggi merupakan salah satu lembaga utama dalam mendukung peningkatan kualitas pendidikan [1]. Upaya untuk meningkatkan kualitas pendidikan melalui proses belajar mengajar dapat ditingkatkan dengan berbagai cara, seperti peningkatan fasilitas belajar mengajar, peningkatan kualitas tenaga pengajar, dan pembagian kelas belajar dengan baik [2]. Selain faktor-faktor tersebut, perkembangan teknologi juga turut berkontribusi dalam mengoptimalkan proses pendidikan [3]. Penggunaan *data mining* memungkinkan pendidikan untuk memanfaatkan sejumlah besar data untuk mengidentifikasi pola-pola yang relevan, yang dapat mendukung proses Pendidikan seperti pengelompokan atau *clustering* mahasiswa berdasarkan karakteristik tertentu[4].

Program Studi Teknik Informatika (TI) Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer (TIK) Politeknik Negeri Lhokseumawe (PNL) terus mengalami peningkatan jumlah mahasiswa setiap tahunnya. Mahasiswa pada masing-masing semester dikelompokkan secara acak menjadi beberapa kelas, dengan jumlah maksimal 29 orang mahasiswa di setiap kelasnya. Jumlah tersebut dapat berubah sesuai dengan kebijakan yang terdapat pada Program Studi TI. Sistem pengelompokan mahasiswa pada Program Studi TI dilakukan secara acak, dan masih dilakukan secara manual oleh administrator Program Studi TI.

Tahun ajaran baru 2023, dilakukan pengelompokan kelas untuk Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Angkatan 2020. Kelas TI 4A terdiri dari 22 mahasiswa, dengan 2 mahasiswa memiliki IPK antara 2,76 - 3,0, kemudian 7 mahasiswa dengan IPK antara 3,1 - 3,5, dan 11 mahasiswa dengan IPK di atas 3,5. Sementara itu, Kelas TI 4B diisi oleh 22 mahasiswa, dengan 1 mahasiswa memiliki IPK antara 2,76 – 3,0, kemudian 10 mahasiswa dengan IPK antara 3,1 - 3,5, dan 6 mahasiswa dengan IPK di atas 3,5. Kelas TI 4C memiliki 22 mahasiswa, dengan 2 mahasiswa berada dalam rentang IPK antara 2,76 - 3,0, 11 mahasiswa dengan IPK antara 3,1 - 3,5 , dan 10 mahasiswa dengan IPK di atas 3,5.

Permasalahan yang terjadi adalah, dari sampel data pembagian kelas tersebut, terdapat homogenitas mahasiswa berdasarkan kemampuan pembelajaran atau IPK. Terdapat kelas dengan tingkat kemampuan belajar yang lebih unggul ditandai dengan nilai Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) yang dimiliki mahasiswa rata-rata tinggi. Di sisi lain, terdapat kelas dengan tingkat kemampuan belajar tertinggal yang juga dilihat dari IPK yang dimiliki mahasiswa pada kelas tersebut. Hal ini yang menyebabkan terjadinya homogenitas mahasiswa berdasarkan kemampuan pembelajaran atau IPK.

Pengelompokan siswa atas dasar kemampuan akademik secara homogen dan sistematis tidak memberikan kondisi belajar yang menguntungkan bagi siswa[5]. Mahasiswa yang berada dalam kelas dengan tingkat kemampuan belajar tertinggal dapat mengalami penurunan motivasi, merasa tertinggal, dan mengalami kejenuhan dalam proses pembelajaran[6]. Kondisi ini dapat menghasilkan kualitas pembelajaran yang tidak optimal. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya untuk menciptakan lingkungan belajar yang lebih seimbang untuk mendukung motivasi mahasiswa.

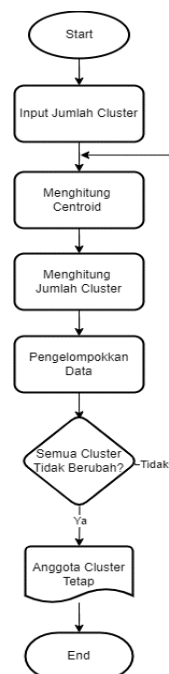
Berdasarkan permasalahan tersebut, pada penelitian ini akan dikembangkan suatu sistem berbasis web yang dapat membantu menyusun dan mengelompokkan pembagian kelas mahasiswa pada Program Studi TI Jurusan TIK PNL. Sistem pengelompokan kelas belajar ini menggunakan prosedur

pengelompokan mahasiswa ke dalam kelas, dimana setiap kelasnya terdiri dari mahasiswa dengan perbedaan IPK, jenis kelamin, asal sekolah, pekerjaan ibu dan ayah, tempat tinggal, asal daerahnya dan organisasi. Metode yang akan digunakan adalah *K-Means Clustering*. Menggunakan metode *K-Means Clustering*, mahasiswa akan dilakukan pengelompokan berdasarkan IPK, jenis kelamin, asal sekolah, pekerjaan ibu dan ayah, tempat tinggal, asal daerahnya dan organisasi. Hasil *clustering* tersebut, akan menjadi dasar dalam pembagian kelas mahasiswa..

2. Metode

2.1 Algoritma *K-Means*

Metode *K-Means* adalah metode pengelompokan secara iterative dimana setiap partisi set pada data dimasukkan ke dalam K - *cluster* yang telah ditetapkan. Metode *K-Means* memiliki keunggulan dimana setiap diimplementasikan akan relative cepat dan mudah beradaptasi [7]. Metode *K-Means Clustering* adalah teknik non-hierarkis yang membagi objek ke dalam satu atau lebih klaster berdasarkan karakteristiknya. Objek dengan kemiripan yang tinggi dikelompokkan dalam satu klaster, sementara objek dengan perbedaan karakteristik yang signifikan ditempatkan dalam klaster yang berbeda [8]. Data dikumpulkan dan dikelompokkan menggunakan metode *K-Means*. Setiap kelompok memiliki karakteristik yang serupa namun berbeda dari kelompok lainnya. Algoritma *K-Means* membutuhkan parameter *input* berupa jumlah kelompok (k) dan mengelompokkan sekumpulan n objek ke dalam k kelompok. Pusat massa atau *centroid* dari setiap kelompok mencerminkan tingkat kesamaan antara anggota kelompok dengan nilai rata-rata. Berikut ini adalah *flowchart* umum yang digunakan untuk sistem *clustering* menggunakan metode *K-Means*:



Gambar 1. Flowchart Metode *K-Means*

Langkah-langkah algoritma *K-Means Clustering* adalah sebagai berikut:

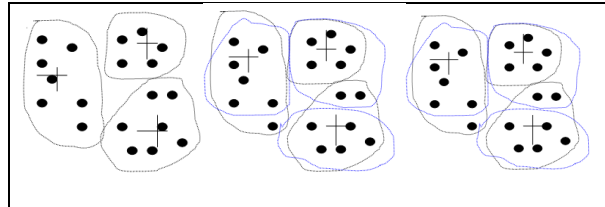
1. Tentukan nilai k sebagai jumlah klaster yang ingin dibentuk.
2. Inisialisasi k sebagai *centroid* yang dapat dibangkitkan secara *random*

3. Hitung jarak setiap data ke masing-masing *centroid* menggunakan persamaan Euclidean Distance, di mana d merupakan jarak, j adalah jumlah data, c adalah *centroid*, dan x adalah data.

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^j (x_i - c_i)^2} \quad (1)$$

4. Kelompokkan setiap data berdasarkan jarak terdekat antara data dengan *centroid*.
5. Tentukan posisi *centroid* baru (k) berdasarkan rata-rata data setiap kluster.

Proses algoritma pengelompokan *K-Means* dijelaskan pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Proses Pengelompokan pada Algoritma *K-Means*

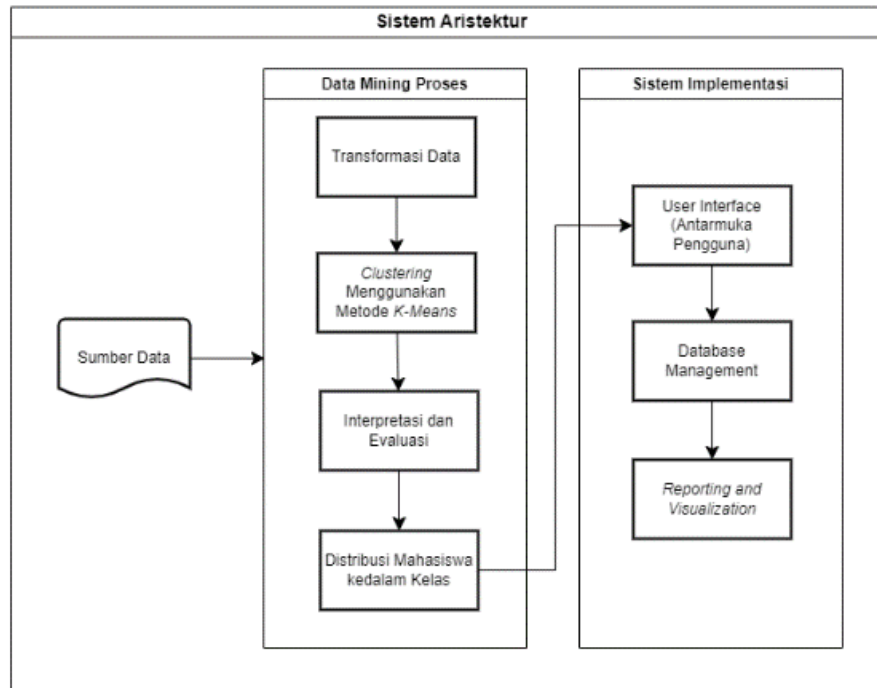
Jarak antara kelas-kelas ditetapkan berdasarkan jarak antara titik-titik yang telah ditentukan. Misalnya, jarak terdekat dapat diambil sebagai jarak antara dua jenis, atau sebaliknya, jarak terjauh antara dua kategori dapat dijadikan sebagai jarak antara keduanya. Sebagai alternatif, jarak antara titik terjauh dari pusat-pusat kelas juga dapat digunakan. Perhitungan jarak dan pemilihan kelas umumnya dilakukan melalui opsi perangkat lunak statistik. Berbagai perangkat lunak mungkin menghasilkan hasil yang sedikit berbeda, namun perbedaan tersebut biasanya dianggap tidak signifikan. Derajat kemiripan antara objek-objek ditentukan oleh jarak di antara data *cluster* [9]

2.2 Kebutuhan Data

Data yang digunakan adalah data Mahasiswa yang bersumber dari Politeknik Negeri Lhokseumawe Jurusan TIK Program Studi TI. Data ini merupakan data primer yaitu data mahasiswa Prodi TI Angkatan 2020 tahun ajaran 2023/2024. Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah Nomor Induk Mahasiswa, Nama Mahasiswa, IPK, Jenis Kelamin, Asal Sekolah, Pekerjaan Ibu dan Ayah, Tempat Tinggal Saat ini, Asal Daerah dan Organisasi. Jumlah data mahasiswa yang digunakan adalah 75 data mahasiswa. Pengumpulan dan pengambilan data dilakukan melalui *admin* Program Studi Teknik Informatika.

2.3 Rancangan Sistem

Rancangan sistem dilakukan untuk memberikan ilustrasi/gambaran dari proses pengerjaan sistem pengelompokan kelas belajar mahasiswa teknik informatika menggunakan metode *K-Means clustering*. Gambar 3 adalah rancangan arsitektur dalam proses implementasi sistem Pengelompokan Kelas Belajar Mahasiswa menggunakan Metode *K-Means Clustering* yang memberikan representasi visual dari perancangan proses yang akan terjadi dalam sistem.



Gambar 3. Sistem Arsitektur Pengelompokan Kelas Belajar

Adapun langkah-langkah tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. Sumber data adalah komponen yang menyediakan data yang akan dianalisis. Data yang digunakan dalam sistem Pengelompokan Kelas Belajar Mahasiswa Menggunakan Metode *K-Means Clustering* yaitu dataset mahasiswa Teknik Informatika.
2. Transformasi data merupakan tahap dalam pengolahan data yang bertujuan untuk mengubah struktur atau nilai data menjadi format yang lebih sesuai untuk analisis lebih lanjut.
3. *Clustering* menggunakan Metode *K-Means*, Pada tahap ini algoritma *K-Means* digunakan untuk mengelompokkan data mahasiswa berdasarkan karakteristik datanya, seperti IPK, Jenis Kelamin, Asal Sekolah, Pekerjaan Ibu dan Ayah, Tempat Tinggal Saat ini, Asal Daerah dan Organisasi.
4. Interpretasi dan Evaluasi merupakan tahapan analisis Hasil dari Algoritma *Clustering* yaitu pengelompokan data mahasiswa menjadi tiga kluster utama yang mencerminkan tingkat pembelajarannya. Evaluasi menggunakan metrik seperti *Silhouette Score* memberikan panduan tentang seberapa baik kluster tersebut dan seberapa serupa karakteristik data dalam setiap kluster.
5. *User Interface* (Antarmuka Pengguna) adalah sistem berbasis web yang memungkinkan pengguna melakukan unggah dataset mahasiswa, melihat hasil *clustering*, dan melihat hasil pembagian kelas belajar.
6. *Database Management* (Manajemen Basis Data): Data mahasiswa, hasil *clustering* dan juga hasil pembagian kelas belajar mahasiswa disimpan di basis data.
7. *Report and Visualitaion* (Pelaporan dan Visualisasi): Pengguna dapat melihat hasil *clustering* dan hasil pembagian kelas dalam bentuk tabel.

2.4 Perancangan Pengelompokan Kelas

Gambar 12 merupakan alur distribusi mahasiswa pada Sistem Pengelompokan Kelas Belajar Mahasiswa dimana proses dimulai dengan mengakses atau memuat data hasil *clustering* yang telah dilakukan

sebelumnya menggunakan metode *K-Means*, di mana data tersebut berisi informasi mengenai kluster yang telah ditetapkan untuk setiap mahasiswa. Selanjutnya, dilakukan perhitungan terhadap total jumlah mahasiswa yang termasuk dalam hasil *clustering* tersebut. Setelah jumlah total mahasiswa diketahui, langkah berikutnya adalah menghitung jumlah kelas yang diperlukan, yang diperoleh dengan membagi total jumlah mahasiswa dengan jumlah maksimal mahasiswa per kelas, yaitu 24, menggunakan formula sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram Alir Distribusi Mahasiswa

1. Dimulai dengan mengakses atau memuat data hasil *clustering* yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan metode *K-Means*. Data ini berisi informasi tentang kluster yang ditetapkan untuk setiap mahasiswa.
2. Selanjutnya, menghitung total jumlah mahasiswa yang termasuk dalam hasil *clustering* tersebut.
3. Setelah mengetahui jumlah total mahasiswa, langkah berikutnya adalah menghitung jumlah kelas yang diperlukan. Jumlah kelas dihitung dengan membagi total jumlah mahasiswa dengan jumlah maksimal mahasiswa per kelas, yaitu 24 berikut formula sebagai berikut:

$$TotalClasses = \left\lceil \frac{totalStudents}{studentsPerClass} \right\rceil \quad (2)$$

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Tampilan Pembagian Kelas Belajar

No	Nama	NIM	IPK	Jenis Kelamin	Cluster	Kelas
1	Adhik	200973010002	3.99	Pemempuan	1	1
2	Anisa Ratri Pramudita	200973010009	3.7	Pemempuan	1	1
3	Debby Zamani Firdaus	200973010015	3.52	Pemempuan	1	1
4	Fika Adhik	200973010023	3.46	Pemempuan	1	1
5	Muhammad Sodiqin	200973010046	3.62	Laki-Laki	1	1
6	Nurul Alam	200973010049	3.32	Pemempuan	1	1
7	Rania Warlisa	200973010060	3.54	Pemempuan	1	1
8	Sapella Aprida Sari	200973010065	3.53	Pemempuan	1	1
9	Syarah Arifin	200973010072	3.16	Pemempuan	1	1
10	EMMA DINDA SABINA	200973010076	3.52	Pemempuan	1	1

Gambar 5. Tampilan Pembagian Kelas Belajar

Gambar 5 menjelaskan tampilan pembagian kelas belajar mahasiswa. Admin akan memilih tahun ajaran mahasiswa yang akan dibagikan kelasnya, selanjutnya admin menekan tombol pembagian kelas belajar dengan data mahasiswa yang telah berhasil dilakukan *clustering* sebelumnya. Kemudian setelah data mahasiswa berhasil di bagikan ke dalam kelas, data hasil pembagian kelas akan ditampilkan pada tabel, dan admin dapat mengunduh data hasil pembagian kelas belajar dengan menekan tombol *download*.

4.2 Tampilan Pembagian Kelas Belajar

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	ahun_ajaran_mahasi	nim	ipk	nis_kelamblur_masukkerjaan_akkerjaan_itsal_sekolampt_tinggal_dearorganisasi	cluster									
2	2020 Adhik	2,02E+12	3,59	1	3	1	11	1	1	1	1	1	0	
3	2020 Adhik Fitriah	2,02E+12	2,99	2	2	3	1	1	1	1	2	1	0	
4	2020 AKRAMUL	2,02E+12	2,96	2	2	5	12	2	1	23	2	1		
5	2020 AL-KHAIDA	2,02E+12	3,48	2	3	13	12	1	2	3	1	2		
6	2020 ALVIN SYA	2,02E+12	3,72	2	2	11	12	2	1	1	1	0		
7	2020 AMANDA I	2,02E+12	3,28	1	2	11	12	3	2	23	1	1		
8	2020 AMANDA I	2,02E+12	3,43	1	2	6	13	3	1	1	1	0		
9	2020 Anisa Ratni	2,02E+12	3,7	1	1	11	12	2	2	16	1	1		
10	2020 Athaya Zal	2,02E+12	3,37	1	3	10	10	2	1	1	1	0		
11	2020 BAHAGI	2,02E+12	3,54	2	2	7	12	2	1	1	1	0		
12	2020 CUT JIHAN	2,02E+12	3,56	1	3	13	11	1	1	1	1	0		
13	2020 DARA ARSI	2,02E+12	3,18	1	3	13	1	3	1	21	1	1		
14	2020 Debby Zamu	2,02E+12	3,52	1	2	12	12	1	1	1	1	0		
15	2020 Dellana	2,02E+12	3,55	1	1	11	12	2	1	1	1	0		
16	2020 DIRA MAH	2,02E+12	3,47	1	2	4	12	1	1	1	1	0		
17	2020 Dzikri Ana	2,02E+12	3,66	2	2	4	11	2	1	1	1	0		
18	2020 Fahrul Rizq	2,02E+12	3,72	2	1	8	12	2	1	1	1	0		
19	2020 Fajar Aziti	2,02E+12	3,45	2	3	3	1	1	2	22	1	2		
20	2020 Farah Salsi	2,02E+12	3,43	1	2	11	12	1	1	1	1	0		
21	2020 Fika Adhik	2,02E+12	3,46	1	2	2	12	1	1	19	1	1		
22	2020 Ichsana Sa	2,02E+12	3,5	1	2	10	12	2	1	1	1	0		
23	2020 IRHAM SYI	2,02E+12	3	2	2	7	12	2	2	23	1	2		
24	2020 ISMATURR	2,02E+12	3,46	1	2	7	12	1	1	4	1	0		
25	2020 KHAIKURUL	2,02E+12	3,49	2	2	11	12	1	1	1	1	0		
26	2020 M. Tajul M	2,02E+12	3,59	2	3	4	12	3	1	1	1	0		
27	2020 MAKSALIM	2,02E+12	3,47	2	2	3	12	3	1	2	1	0		
28	2020 MAULIDAT	2,02E+12	3,58	2	2	1	12	1	1	1	2	0		
29	2020 MIFZAL HZ	2,02E+12	3,26	2	1	10	12	3	1	1	1	0		

Gambar 6. Tampilan Hasil Pembagian Kelas Belajar

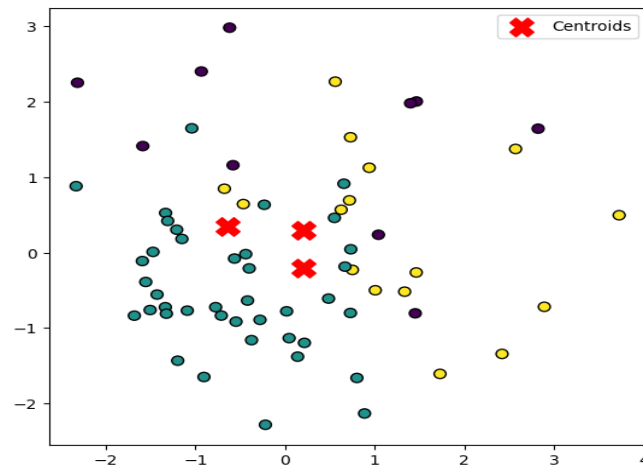
Gambar 6 menjelaskan tampilan hasil pembagian kelas belajar mahasiswa. Admin mengunduh data hasil pembagian kelas belajar dengan menekan tombol *download* selanjutnya sistem akan mengubah data ke dalam bentuk Excel dan akan menghasilkan *output* pembagian kelas.

4.3 Hasil Penerapan Metode *K-Means* dalam Sistem

4.3.1 *Preprocessing Data*

Proses transformasi data melalui metode *mapping*, yang bertujuan untuk mengubah setiap *string* yang merepresentasikan variabel pengelompokkan kelas belajar menjadi nilai *integer* yang sesuai. Setiap entri dalam variabel diubah menjadi representasi numerik. Hasil dari proses *mapping* ini, yang melibatkan konversi setiap nilai *string* ke nilai *integer*. Selanjutnya, dilakukan transformasi data menggunakan metode Standard Normalization untuk mengubah data yang memiliki sebaran yang luas menjadi nilai yang normal.

4.3.2 Hasil Visualisasi *Clustering*



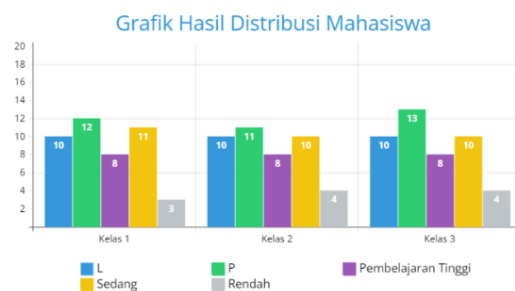
Gambar 7. Hasil Visualisasi *Clustering*

Gambar 7 menunjukkan hasil visualisasi *clustering*, di mana terdapat tiga *cluster* yang diwakili oleh warna hijau, kuning, dan ungu.

4.3.3 Hasil Pembagian Kelas Belajar

Untuk menghasilkan pembagian kelas belajar, data mahasiswa yang telah dikelompokkan sebelumnya menggunakan metode *K-Means* akan diolah menggunakan algoritma pembagian kelas belajar. Yaitu, mengelompokkan hasil *clustering* dari data mahasiswa yang sesuai dengan tahun ajaran yang telah dipilih oleh *user* /admin. Hal ini dilakukan dengan menggunakan *query* pada model Hasil *Clustering* dan memanfaatkan relasi data mahasiswa untuk menyaring berdasarkan tahun ajaran.

Algoritma di atas menggunakan jumlah maksimal mahasiswa per kelas yaitu 24 mahasiswa. Kemudian, total jumlah kelas yang diperlukan dihitung dengan membagi total mahasiswa dengan jumlah mahasiswa per kelas, menggunakan fungsi *ceil* untuk pembulatan ke atas. Berikut merupakan hasil dari pembagian kelas belajar mahasiswa Teknik Informatika.



Gambar 8. Grafik Hasil Distribusi Mahasiswa

Berdasarkan grafik Pada Gambar 8 hasil dari distribusi kelas belajar untuk mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, dapat dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pembagian Kelas Belajar

<i>Cluster</i>	Kelas A	Kelas B	Kelas C
L	10	10	10
P	12	11	13
Pembelajaran Tinggi	8	8	8
Pembelajaran Sedang	11	4	10
Pembelajaran Rendah	3	4	4

Dari data ini, kita dapat menyimpulkan bahwa setiap kelas memiliki distribusi yang serupa dalam hal jenis kelamin, namun terdapat variasi dalam tingkat pembelajaran antar kelas, dengan Kelas C memiliki sedikit perbedaan dalam jumlah pembelajaran tinggi dibandingkan Kelas A dan B..

5. Kesimpulan

Hasil klusterisasi menggunakan metode *K-Means* menghasilkan tiga *cluster* mahasiswa yang merepresentasikan tingkat pembelajarannya. Analisis karakteristik masing-masing *cluster* serta evaluasi menggunakan metode *Silhouette Score* menunjukkan bahwa *Cluster 0* memiliki tingkat kedekatan data yang tidak terlalu kompak dengan sebaran titik data yang cukup luas, dibuktikan dengan nilai *Silhouette Score* sebesar 0,0478, dan mencerminkan mahasiswa dengan tingkat pembelajaran tinggi. *Cluster 1* memiliki tingkat kedekatan data tertinggi di antara semua *cluster*, dengan *Silhouette Score* sebesar 0,2024, menunjukkan bahwa titik-titik data dalam *cluster* ini sangat berdekatan, dan menggambarkan mahasiswa dengan tingkat pembelajaran sedang; *cluster* ini juga merupakan yang paling banyak anggotanya. Sementara itu, *Cluster 2* memiliki tingkat kedekatan data yang sedikit lebih tinggi dibanding *Cluster 0*, dengan nilai *Silhouette Score* sebesar 0,1000, dan menggambarkan mahasiswa dengan tingkat pembelajaran rendah. Berdasarkan nilai *Silhouette Score*, dapat disimpulkan bahwa *Cluster 1* memiliki pemisahan yang paling baik, diikuti oleh *Cluster 2* dan *Cluster 0* dalam hal karakteristik *clustering* mahasiswa.

Referensi

- [1] K. Hengki Primayana, "Manajemen Sumber Daya Manusia Dalam Peningkatan Mutu Pendidikan Di Perguruan Tinggi," J. Penjaminan Mutu, vol. 1, no. 2, p. 7, 2016, doi: 10.25078/jpm.v1i2.45.
- [2] G. A. Pradnyana and A. A. J. Permana, "Sistem Pembagian Kelas Kuliah Mahasiswa Dengan Metode K-Means Dan K-Nearest Neighbors Untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran," JUTI J. Ilm. Teknol. Inf., vol. 16, no. 1, p. 59, 2018, doi: 10.12962/j24068535.v16i1.a696.
- [3] M. F. Akbar and F. D. Anggraeni, "Teknologi Dalam Pendidikan : Literasi Digital dan Self-Directed Learning pada Mahasiswa Skripsi," Indig. J. Ilm. Psikol., vol. 2, no. 1, pp. 28–38, 2017, doi: 10.23917/indigenous.v1i1.4458.
- [4] D. Jollyta, W. Ramdhan, and M. Zarlis, "Konsep Data Mining Dan Penerapan - Google Books," Konsep Data Mining Dan Penerapan. p. 162, 2020. [Online]. Available: https://www.google.co.id/books/edition/Konsep_Data_Mining_Dan_Penerapan/piMJEEAAQBAJ?hl=id&gbpv=1
- [5] Ardianik and S. Kadar, "Tingkat Kemampuan Awal Mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Dr. Soetomo Surabaya Ditinjau dari Asal Daerah," Semin. Nas. Pendidik. Mat. 2019, Univ. PGRI Adi Buana Surabaya, pp. 887–895, 2019.
- [6] C. P. Putri, M. D. Mayangsari, and D. R. Rusli, "Pengaruh Stres Akademik Terhadap Academic Help Seeking Pada Mahasiswa Psikologi Unlam Dengan Indeks Prestasi Kumulatif Rendah," J. Kognisia, vol. 1, no. 2, pp. 28–37, 2018.
- [7] T. Nabillah and A. P. Abadi, "Faktor Penyebab Rendahnya Hasil Belajar Siswa" Pros. Semin. Nas. Mat. dan Pendidik. Mat. Sesiomadika 2019, p. 659, 2019, [Online]. Available: <https://journal.unsika.ac.id/index.php/sesiomadika/article/view/2685>
- [8] Nidheesh, K. A. Abdul Nazeer, "An enhanced deterministic K-Means clustering algorithm for cancer subtype prediction from gene expression data," Computers in biology and medicine, vol. 91, 2017.
- [9] Amalia, "Perbandingan Hasil Klasifikasi Rasa Minum Thai Tea yang Paling Digemari Menggunakan K-Means dan K-Medoids," Pros.Sem.Nas.Unimus, vol.2, 2019.
- [10] J. Cui, J. Liu, and Z. Liao, "Research on K-Means clustering algorithm and its implementation," no. Icsee, pp. 1804–1806, 2013, doi: 10.2991/icsee.2013.452. *questionnaire (MSLQ)*. Ann Arbor, Michigan, 1991.