

Segmentasi Sekolah Berdasarkan Gradien Pendaftaran Mahasiswa Baru Menggunakan Algoritma K-Means Clustering

Silvia Dwi Yanti^{1*}, Nur Hamid²

^{1,2} Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Sosial Dan Humaniora, Universitas Nurul Jadid, Jl. Pp Nurul Jadid, Dusun Tj. Lor, Karanganyar, Kec. Paiton, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur

E-mail: silviady1234@gmail.com

*Corresponding Author



<https://doi.org/10.31004/jerkin.v5i1.7471>

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 18 Jul 2026

Revised: 24 Jul 2026

Accepted: 30 Jul 2026

Kata Kunci:

Pendaftaran Mahasiswa Baru, Regresi Linier, Gradien, K-Means Clustering, Segmentasi Sekolah.

Keywords:

New Student Admission, Linear Regression, Gradient, K-Means Clustering, School Segmentation.

ABSTRACT

Penelitian ini membahas segmentasi sekolah berdasarkan pola perubahan jumlah pendaftaran mahasiswa baru Universitas Nurul Jadid selama periode 2023–2025 menggunakan metode regresi linier dan algoritma K-Means Clustering. Data yang digunakan berupa data jumlah mahasiswa baru berdasarkan asal sekolah yang diperoleh dari bagian Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) Universitas Nurul Jadid. Tahapan penelitian meliputi pengolahan data pendaftaran, perhitungan regresi linier untuk memperoleh nilai gradien perubahan jumlah pendaftar, evaluasi jumlah cluster menggunakan metode Silhouette Score, serta proses pengelompokan sekolah menggunakan algoritma K-Means Clustering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 141 sekolah berhasil dikelompokkan berdasarkan pola perubahan jumlah pendaftar. Berdasarkan pengujian menggunakan Silhouette Score, jumlah cluster sebanyak 3 dipilih karena menghasilkan kualitas pengelompokan yang baik dengan nilai Silhouette Score sebesar 0,6039 serta memiliki interpretasi yang sesuai dengan tujuan penelitian. Hasil proses clustering menghasilkan tiga kelompok sekolah berdasarkan kecenderungan perubahan jumlah pendaftar, yaitu kelompok dengan tren peningkatan, kelompok dengan tren relatif stabil, dan kelompok dengan tren penurunan. Nilai centroid yang diperoleh pada masing-masing cluster berturut-turut adalah -0,320388, 1,896552, dan -4,055556. Metode K-Means Clustering efektif mengelompokkan sekolah berdasarkan tren pendaftar untuk evaluasi dan strategi penerimaan mahasiswa baru.

This study discusses school segmentation based on the pattern of changes in the number of new student registrations at Nurul Jadid University during the 2023–2025 period using the linear regression method and the K-Means Clustering algorithm. The data used are data on the number of new students based on their school of origin obtained from the New Student Admissions (PMB) department of Nurul Jadid University. The research stages include registration data processing, linear regression calculations to obtain the gradient value of changes in the number of applicants, evaluation of the number of clusters using the Silhouette Score method, and the process of grouping schools using the K-Means Clustering algorithm. The results show that 141 schools were successfully grouped based on the pattern of changes in the number of applicants. Based on testing using the Silhouette Score, the number of clusters of 3 was chosen because it produced good clustering quality with a Silhouette Score value of 0.6039 and had an interpretation that was in accordance with the research objectives. The results of the clustering process produced three groups of schools based on the trend of changes in the number of applicants, namely the group with an increasing trend, the group with a relatively stable trend, and the group with a decreasing trend. The centroid values obtained for each cluster are -0.320388, 1.896552, and -4.055556, respectively. The K-Means Clustering method effectively groups schools based on applicant trends for evaluation and new student admission strategies.



This is an open access article under the CC-BY-SA license.

How to Cite: Silvia Dwi Yanti, et al. (2026), Segmentasi Sekolah Berdasarkan Gradien Pendaftaran Mahasiswa Baru Menggunakan Algoritma K-Means Clustering, 5(1). <https://doi.org/10.31004/jerkin.v5i1.7471>

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah membawa perubahan yang signifikan dalam berbagai sektor kehidupan, termasuk pada bidang pendidikan tinggi. Pemanfaatan teknologi tidak lagi terbatas sebagai sarana administrasi, tetapi telah berkembang menjadi instrumen yang mampu menghasilkan informasi strategis melalui pengolahan data. Perguruan tinggi saat ini dihadapkan pada kebutuhan untuk mengelola data dalam jumlah besar agar dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam menyusun kebijakan yang lebih tepat, efektif, dan berorientasi pada kebutuhan institusi[4]. Salah satu bentuk data yang terus bertambah setiap tahun adalah data penerimaan mahasiswa baru yang memuat berbagai informasi, termasuk asal sekolah mahasiswa[6].

Data penerimaan mahasiswa baru merupakan aset yang memiliki nilai strategis bagi perguruan tinggi[3]. Selain menggambarkan jumlah mahasiswa yang diterima setiap tahun, data tersebut juga dapat menunjukkan pola sebaran sekolah asal mahasiswa, kecenderungan peningkatan maupun penurunan jumlah pendaftar, serta kontribusi masing-masing sekolah terhadap penerimaan mahasiswa baru. Apabila data tersebut hanya digunakan sebagai arsip atau laporan administratif, maka potensi informasi yang terkandung di dalamnya belum dimanfaatkan secara optimal. Padahal, melalui proses analisis yang tepat, data tersebut dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik sekolah yang secara konsisten menjadi sumber calon mahasiswa maupun sekolah yang masih memiliki peluang untuk dikembangkan[2].

Persaingan antar perguruan tinggi di Indonesia yang semakin dinamis turut mendorong setiap institusi untuk menyusun strategi promosi yang lebih efektif. Meningkatnya jumlah perguruan tinggi, baik negeri maupun swasta, memberikan lebih banyak pilihan bagi lulusan sekolah menengah dalam menentukan tempat melanjutkan pendidikan. Kondisi tersebut menyebabkan setiap perguruan tinggi perlu memahami karakteristik wilayah pemasaran serta pola asal sekolah calon mahasiswa agar kegiatan promosi tidak hanya dilakukan secara luas, tetapi juga tepat sasaran[5]. Strategi promosi yang disusun berdasarkan data diyakini mampu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya sekaligus memperkuat hubungan kerja sama dengan sekolah-sekolah yang berpotensi memberikan kontribusi terhadap penerimaan mahasiswa baru[8].

Universitas Nurul Jadid sebagai salah satu perguruan tinggi swasta di Kabupaten Probolinggo juga menghadapi tantangan yang serupa. Setiap periode penerimaan mahasiswa baru, universitas menerima pendaftar dari berbagai SMA, SMK, dan MA yang tersebar di Kabupaten Probolinggo[1]. Data tersebut terus bertambah dari tahun ke tahun sehingga membentuk kumpulan data historis yang cukup besar. Namun, keberadaan data tersebut belum sepenuhnya dimanfaatkan sebagai sumber informasi dalam penyusunan strategi promosi maupun evaluasi hubungan dengan sekolah asal mahasiswa. Informasi yang tersedia umumnya masih berupa jumlah mahasiswa berdasarkan sekolah atau wilayah, sehingga belum mampu menggambarkan karakteristik setiap sekolah secara lebih mendalam.

Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan pada bagian Penerimaan Mahasiswa Baru Universitas Nurul Jadid, diperoleh informasi bahwa data asal sekolah mahasiswa baru periode 2023–2025 telah terdokumentasi dengan baik. Akan tetapi, data tersebut masih digunakan sebagai laporan administratif dan belum dianalisis untuk mengetahui pola pendaftaran dari masing-masing sekolah. Akibatnya, pihak universitas belum memiliki informasi yang dapat menunjukkan sekolah mana yang secara konsisten memberikan kontribusi tinggi terhadap penerimaan mahasiswa baru, sekolah yang memiliki kecenderungan meningkat, maupun sekolah yang menunjukkan kontribusi yang relatif rendah. Kondisi tersebut menyebabkan penyusunan strategi promosi dan penguatan kerja sama dengan sekolah masih lebih banyak didasarkan pada pengalaman lapangan dibandingkan hasil analisis data yang sistematis.

Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa diperlukan suatu pendekatan yang mampu mengubah kumpulan data historis menjadi informasi yang bernilai bagi pengambilan keputusan. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam pengolahan data adalah data mining. Secara konseptual, data mining merupakan proses menemukan pola, hubungan atau pengetahuan baru dari sekumpulan data berukuran besar melalui penerapan teknik analisis tertentu. Konsep ini dikembangkan untuk membantu organisasi memperoleh informasi yang sebelumnya tidak tampak apabila data hanya disajikan dalam bentuk tabel atau laporan. Melalui data mining, kumpulan data historis dapat diolah menjadi informasi yang mendukung proses perencanaan, evaluasi, maupun pengambilan keputusan[11].

Salah satu teknik dalam data mining adalah clustering yaitu proses mengelompokkan objek kedalam beberapa kelompok berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik yang dimiliki. Objek yang berada pada kelompok yang sama memiliki tingkat kesamaan yang tinggi, sedangkan objek pada kelompok yang berbeda memiliki karakteristik yang relatif berbeda. Teknik ini banyak dimanfaatkan untuk melakukan segmentasi data sehingga memudahkan proses analisis dan penyusunan strategi berdasarkan karakteristik setiap kelompok[9].

Algoritma K-Means Clustering salah satu metode yang paling banyak digunakan dalam proses clustering karena memiliki proses perhitungan yang relatif sederhana, dan mampu mengolah data dalam jumlah besar, serta menghasilkan kelompok data berdasarkan kedekatan karakteristik setiap objek terhadap titik pusat (centroid)[9]. Pada penelitian ini, objek yang dikelompokkan adalah sekolah-sekolah di Kabupaten Probolinggo, sedangkan karakteristik yang digunakan berasal dari data pendaftaran mahasiswa baru Universitas Nurul Jadid selama periode 2023–2025. Melalui proses tersebut diharapkan dapat diperoleh segmentasi sekolah berdasarkan gradien pendaftaran mahasiswa baru sehingga setiap kelompok memiliki karakteristik yang berbeda sesuai pola kontribusinya terhadap Universitas Nurul Jadid.

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa algoritma K-Means telah banyak dimanfaatkan untuk melakukan segmentasi data pada berbagai bidang, seperti pemasaran, kesehatan, pemerintahan, maupun pendidikan[10]. Pada bidang pendidikan, sebagian besar penelitian memanfaatkan K-Means untuk mengelompokkan prestasi siswa, pemetaan sekolah, atau analisis karakteristik peserta didik. Sementara itu, penelitian yang memanfaatkan data historis penerimaan mahasiswa baru untuk melakukan segmentasi sekolah asal masih relatif terbatas, khususnya dengan menjadikan gradien pendaftaran sebagai dasar pengelompokan. Kondisi tersebut menunjukkan masih terbukanya ruang penelitian yang dapat memberikan kontribusi baru dalam pemanfaatan data penerimaan mahasiswa baru sebagai dasar penyusunan strategi institusi[7].

Berdasarkan hasil kajian tersebut, terdapat kesenjangan penelitian (research gap) antara pemanfaatan data penerimaan mahasiswa baru yang selama ini lebih banyak digunakan sebagai data pelaporan dengan kebutuhan perguruan tinggi terhadap informasi strategis mengenai karakteristik sekolah asal mahasiswa. Selain itu, penelitian terdahulu umumnya berfokus pada jumlah pendaftar atau distribusi wilayah tanpa melakukan segmentasi sekolah berdasarkan pola perubahan pendaftaran dalam rentang waktu tertentu. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mampu menghasilkan pengelompokan sekolah berdasarkan gradien pendaftaran mahasiswa baru sehingga informasi yang diperoleh tidak hanya menunjukkan jumlah mahasiswa, tetapi juga menggambarkan kecenderungan kontribusi masing-masing sekolah terhadap Universitas Nurul Jadid.

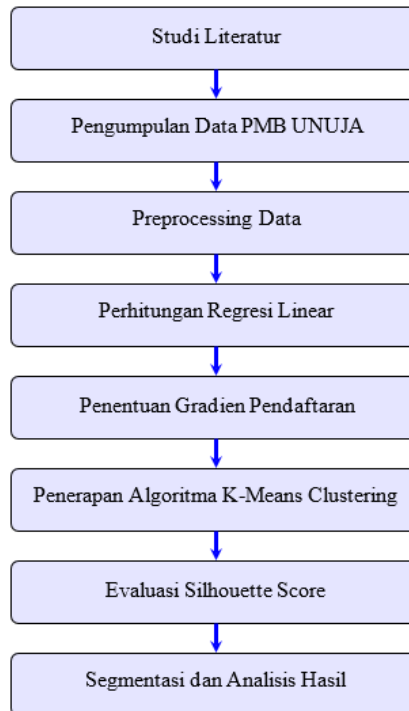
Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada penerapan algoritma K-Means Clustering untuk melakukan segmentasi sekolah di Kabupaten Probolinggo berdasarkan gradien pendaftaran mahasiswa baru Universitas Nurul Jadid periode 2023–2025. Hasil segmentasi diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai karakteristik sekolah berdasarkan pola pendaftaran sehingga dapat menjadi dasar dalam menentukan prioritas promosi, memperkuat kerja sama dengan sekolah yang memiliki kontribusi tinggi, serta menyusun strategi pengembangan pada sekolah yang masih memiliki potensi untuk ditingkatkan.

Penelitian ini memiliki relevansi yang kuat terhadap kebutuhan pengelolaan penerimaan mahasiswa baru di perguruan tinggi. Informasi hasil segmentasi sekolah dapat dimanfaatkan sebagai bahan evaluasi maupun dasar penyusunan kebijakan promosi yang lebih efektif dan efisien. Dengan demikian, pengambilan keputusan tidak lagi hanya didasarkan pada pengalaman atau persepsi, tetapi didukung oleh hasil analisis data yang objektif. Selain memberikan manfaat praktis bagi Universitas Nurul Jadid, penelitian ini juga diharapkan dapat memperkaya kajian mengenai penerapan data mining dalam bidang pendidikan, khususnya pada analisis data penerimaan mahasiswa baru.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai "Segmentasi Sekolah Berdasarkan Gradien Pendaftaran Mahasiswa Baru Menggunakan Algoritma K-Means Clustering" menjadi penting untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan informasi mengenai karakteristik sekolah berdasarkan pola pendaftaran mahasiswa baru sehingga dapat mendukung penyusunan strategi promosi yang lebih tepat sasaran serta meningkatkan efektivitas pengelolaan penerimaan mahasiswa baru di Universitas Nurul Jadid.

METODE

Langkah-langkah dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap dan sistematis. Untuk memperjelas alur penelitian, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengolahan data pendaftaran mahasiswa baru, preprocessing data, perhitungan regresi linier, penentuan gradien, proses clustering menggunakan algoritma K-Means, hingga segmentasi sekolah dijabarkan sebagai berikut.



Gambar 1. Bagan Alur Metode Penelitian

Studi Literatur

Pada tahap awal, peneliti melakukan studi literatur terkait konsep dan metode yang digunakan dalam penelitian. Kajian literatur meliputi konsep *data mining*, *clustering*, *algoritma K-Means Clustering*, *regresi linier*, *gradien*, serta metode evaluasi *Silhouette Score*. Studi literatur bertujuan untuk memperoleh landasan teori yang mendukung proses pengolahan dan analisis data penelitian.

Pengumpulan Data Pendaftaran Mahasiswa Baru

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data pendaftaran mahasiswa baru Universitas Nurul Jadid berdasarkan asal sekolah selama periode 2023–2025. Data diperoleh dari bagian Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) Universitas Nurul Jadid. Data tersebut berisi informasi mengenai nama sekolah dan jumlah mahasiswa yang melakukan pendaftaran pada setiap tahun penerimaan.

Preprocessing Data

Tahap *preprocessing* dilakukan untuk mempersiapkan data sebelum dilakukan proses analisis. Pada tahap ini dilakukan beberapa proses, seperti pembersihan data, penyamaan format nama sekolah, pengelompokan data berdasarkan sekolah, serta penyusunan jumlah pendaftar berdasarkan periode tahun penerimaan. Tahap ini bertujuan untuk memastikan data memiliki format yang sesuai sehingga dapat digunakan dalam proses regresi linier dan *clustering*.

Perhitungan Regresi Linear

Pada tahap ini dilakukan perhitungan regresi linear sederhana untuk mengetahui pola perubahan jumlah pendaftaran mahasiswa baru berdasarkan waktu. Variabel tahun digunakan sebagai variabel independen (X), sedangkan jumlah pendaftar mahasiswa baru digunakan sebagai variabel dependen (Y). Hasil dari regresi linear digunakan untuk memperoleh nilai gradien yang menggambarkan kecenderungan perubahan jumlah pendaftar pada masing-masing sekolah.

Penentuan Gradien Pendaftaran

Berdasarkan hasil perhitungan regresi linear, diperoleh nilai gradien yang menunjukkan arah perubahan jumlah pendaftaran mahasiswa baru pada setiap sekolah. Nilai gradien positif menunjukkan

adanya kecenderungan peningkatan jumlah pendaftar, nilai gradien negatif menunjukkan kecenderungan penurunan jumlah pendaftar, sedangkan nilai gradien yang mendekati nol menunjukkan pola yang relatif stabil. Nilai gradien tersebut kemudian digunakan sebagai atribut utama dalam proses pengelompokan sekolah.

Penerapan Algoritma K-Means Clustering

Nilai gradien yang diperoleh dari hasil regresi linear selanjutnya digunakan sebagai input dalam algoritma *K-Means Clustering*. Proses ini bertujuan untuk mengelompokkan sekolah berdasarkan kemiripan pola perubahan jumlah pendaftar. Tahapan algoritma *K-Means* meliputi penentuan jumlah *cluster* (*K*), pemilihan *centroid* awal, perhitungan jarak menggunakan *Euclidean Distance*, pengelompokan data berdasarkan jarak terdekat, serta pembaruan nilai *centroid* hingga mencapai kondisi konvergen.

Evaluasi Menggunakan Silhouette Score

Setelah proses *clustering* dilakukan, tahap berikutnya adalah melakukan evaluasi terhadap kualitas hasil pengelompokan menggunakan metode *Silhouette Score*. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan beberapa jumlah *cluster* untuk menentukan jumlah kelompok yang paling optimal. Nilai *Silhouette Score* digunakan sebagai indikator kualitas pemisahan antar kelompok, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan bahwa data memiliki tingkat kemiripan yang lebih baik dalam kelompok yang sama dan perbedaan yang lebih jelas dengan kelompok lainnya.

Segmentasi dan Analisis Hasil

Tahap terakhir dilakukan analisis terhadap hasil pengelompokan yang diperoleh dari algoritma *K-Means Clustering*. Setiap kelompok dianalisis berdasarkan karakteristik nilai gradien dan pola perubahan jumlah pendaftar mahasiswa baru. Hasil analisis tersebut digunakan untuk melakukan segmentasi sekolah berdasarkan tingkat loyalitas terhadap Universitas Nurul Jadid, yaitu kelompok sekolah dengan tingkat loyalitas tinggi, sedang, dan rendah. Hasil segmentasi kemudian digunakan sebagai dasar dalam memberikan informasi strategis terkait pengembangan promosi dan kerja sama dengan sekolah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Pendaftaran Mahasiswa Baru

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah mengumpulkan data pendaftaran mahasiswa baru Universitas Nurul Jadid yang berasal dari sekolah-sekolah mitra. Data diperoleh dari bagian Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) Universitas Nurul Jadid dalam bentuk data jumlah pendaftar selama tiga tahun berturut-turut, yaitu tahun 2023, 2024, dan 2025.

Setelah dilakukan proses seleksi dan pembersihan data, diperoleh sebanyak 141 sekolah yang memenuhi kriteria sebagai objek penelitian. Masing-masing sekolah memiliki informasi mengenai jumlah mahasiswa yang mendaftar pada setiap tahun pengamatan.

Data tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan kecenderungan peningkatan maupun penurunan jumlah pendaftar melalui analisis regresi linear.

Tabel 1. Data Pendaftaran Mahasiswa Baru

No	Nama Sekolah	2023	2024	2025
1	SMAN 1 Sukapura	0	2	0
2	SMAN 1 Leces	0	0	2
3	SMAN 1 Tiris	0	1	0
4	SMAN 1 Krucil	2	1	0
5	SMAN 1 Gading	3	3	3

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa setiap sekolah memiliki jumlah pendaftar yang berbeda pada setiap tahun. Perbedaan tersebut menjadi dasar dalam menghitung tren perubahan jumlah pendaftar menggunakan metode regresi linier.

Regresi Linier dan Persamaan Regresi Linier

Tahap berikutnya adalah menghitung persamaan regresi linier sederhana untuk setiap sekolah. Regresi linier digunakan untuk mengetahui kecenderungan perubahan jumlah pendaftar mahasiswa baru dari setiap sekolah selama periode penelitian. Metode regresi linier digunakan karena penelitian ini ingin melihat hubungan antara waktu pengamatan dengan perubahan jumlah pendaftar.

Regresi linier pada penelitian ini tidak digunakan untuk melakukan prediksi jumlah pendaftar

pada masa yang akan datang, melainkan untuk memperoleh nilai gradien (*slope*) yang menggambarkan arah dan besarnya perubahan jumlah pendaftar selama periode pengamatan. Meskipun data yang digunakan hanya terdiri atas tiga tahun pengamatan, yaitu tahun 2023, 2024, dan 2025, metode regresi linier tetap dapat digunakan untuk menghitung kecenderungan perubahan jumlah pendaftar, apakah mengalami peningkatan, penurunan, atau relatif stabil. Nilai gradien yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai atribut utama dalam proses pengelompokan (*clustering*) menggunakan algoritma *K-Means*.

Pada penelitian ini, variabel waktu digunakan sebagai variabel independen (*X*), sedangkan jumlah mahasiswa baru dari setiap sekolah digunakan sebagai variabel dependen (*Y*). Variabel waktu direpresentasikan sebagai berikut:

1. Tahun 2023 diberi nilai $X = 1$.
2. Tahun 2024 diberi nilai $X = 2$.
3. Tahun 2025 diberi nilai $X = 3$.

Dalam penelitian ini, nilai gradien digunakan sebagai atribut utama dalam proses pengelompokan menggunakan algoritma *K-Means*.

Gradien Pendaftaran Mahasiswa Baru

Setelah diperoleh persamaan regresi linier untuk setiap sekolah, tahap selanjutnya adalah menghitung nilai gradien (*b*). Nilai gradien merupakan parameter utama dalam persamaan regresi linier yang menunjukkan arah dan besarnya perubahan jumlah pendaftar mahasiswa baru selama periode pengamatan, yaitu tahun 2023 sampai dengan tahun 2025. Dalam penelitian ini, nilai gradien digunakan sebagai atribut utama dalam proses pengelompokan (*clustering*) menggunakan algoritma *K-Means*.

Perhitungan gradien dilakukan dengan menggunakan data jumlah pendaftar pada setiap sekolah selama tiga tahun. Nilai tahun direpresentasikan sebagai variabel bebas (*X*), yaitu 1 untuk tahun 2023, 2 untuk tahun 2024, dan 3 untuk tahun 2025, sedangkan jumlah pendaftar pada masing-masing tahun digunakan sebagai variabel terikat (*Y*). Melalui persamaan regresi linier sederhana diperoleh nilai gradien yang menggambarkan kecenderungan perubahan jumlah pendaftar pada setiap sekolah. Penggunaan metode regresi linier menyebabkan seluruh data historis, yaitu tahun 2023, 2024, dan 2025, digunakan dalam proses perhitungan gradien. Dengan demikian, data tahun 2024 tidak hanya berfungsi sebagai data di antara tahun awal dan tahun akhir, tetapi juga berperan dalam menggambarkan pola perubahan jumlah pendaftar selama periode pengamatan. Apabila perhitungan hanya membandingkan data tahun 2023 dan 2025, maka perubahan yang terjadi pada tahun 2024 tidak akan tercermin sehingga kecenderungan perubahan jumlah pendaftar tidak dapat digambarkan secara menyeluruh.

Nilai gradien dihitung menggunakan persamaan regresi linier sederhana sebagai berikut.

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Keterangan :

- b = nilai gradien
- n = jumlah data pengamatan
- x = urutan waktu (2023 = 1, 2024 = 2, 2025 = 3)
- y = jumlah pendaftar mahasiswa baru

Untuk memberikan gambaran mengenai proses perhitungan gradien menggunakan persamaan regresi linier sederhana, berikut disajikan contoh perhitungan manual menggunakan data SMAN 1 Leces ditunjukkan pada Gambar 2.

Data Perhitungan Gradien SMAN 1 Leces

Tahun	X	Y
2023	1	0
2024	2	0
2025	3	2

$$\sum x = 1 + 2 + 3 = 6$$

$$\sum y = 0 + 0 + 2 = 2$$

$$\sum xy = (1 \times 0) + (2 \times 0) + (3 \times 2) = 6$$

$$\sum x^2 = 1^2 + 2^2 + 3^2 = 14$$

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{3(6) - 6(2)}{3(14) - 6^2}$$

$$= \frac{18 - 12}{42 - 36}$$

$$= \frac{6}{6} = 1$$

Jadi, Gradiennya = 1

Gambar 2. Perhitungan Manual Gradien SMAN 1 Leces

Berdasarkan Gambar 4.1, data jumlah pendaftar SMAN 1 Leces pada tahun 2023 sampai dengan tahun 2025 berturut-turut adalah 0, 0, dan 2 orang. Variabel waktu direpresentasikan dengan nilai $X = 1$, $X = 2$, dan $X = 3$, sedangkan jumlah pendaftar digunakan sebagai variabel Y . Selanjutnya dihitung nilai $\sum x$, $\sum y$, $\sum xy$, dan $\sum x^2$, kemudian disubstitusikan ke dalam Persamaan 4.1. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai gradien yang diperoleh adalah sebesar 1. Nilai gradien positif tersebut menunjukkan bahwa secara umum jumlah pendaftar dari SMAN 1 Leces memiliki kecenderungan meningkat selama periode pengamatan.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai gradien SMAN 1 Leces sebesar 1. Nilai tersebut menunjukkan bahwa jumlah pendaftar dari SMAN 1 Leces memiliki kecenderungan meningkat selama periode pengamatan tahun 2023 sampai dengan tahun 2025. Secara umum, nilai gradien dapat diinterpretasikan sebagai berikut.

1. Nilai gradien positif ($b > 0$) menunjukkan bahwa jumlah pendaftar mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Semakin besar nilai gradien positif, semakin tinggi laju peningkatan jumlah pendaftar pada sekolah tersebut.
2. Nilai gradien sama dengan nol ($b = 0$) menunjukkan bahwa jumlah pendaftar relatif stabil atau tidak mengalami perubahan yang berarti selama periode pengamatan.
3. Nilai gradien negatif ($b < 0$) menunjukkan bahwa jumlah pendaftar mengalami penurunan dari tahun ke tahun. Semakin kecil nilai gradien (semakin negatif), maka semakin besar tingkat penurunan jumlah pendaftar pada sekolah tersebut.

Nilai gradien yang diperoleh tidak hanya menunjukkan arah perubahan jumlah pendaftar, tetapi juga menjadi dasar dalam mengidentifikasi pola loyalitas sekolah terhadap Universitas Nurul Jadid. Sekolah yang memiliki nilai gradien positif cenderung menunjukkan peningkatan minat lulusan untuk melanjutkan studi di Universitas Nurul Jadid, sedangkan sekolah dengan nilai gradien negatif menunjukkan kecenderungan penurunan jumlah pendaftar sehingga memerlukan perhatian lebih dalam penyusunan strategi promosi.

Hasil perhitungan gradien untuk beberapa sekolah ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Gradien

Nama Sekolah	2023	2024	2025	Gradien
SMAN 1 Sukapura	0	2	0	0,0
SMAN 1 Leces	0	0	2	1,0
SMAN 1 Tiris	0	1	0	0,0

SMAN 1 Krucil	2	1	0	-1,0
SMAN 1 Gading	3	3	3	0,0

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa setiap sekolah memiliki nilai gradien yang berbeda sesuai dengan pola perubahan jumlah pendaftar. Seperti, SMAN 1 Leces memperoleh nilai gradien sebesar 1,0. Nilai tersebut menunjukkan bahwa secara umum jumlah pendaftar dari sekolah tersebut mengalami peningkatan selama periode 2023 hingga 2025. Sebaliknya, SMAN 1 Krucil memperoleh nilai gradien sebesar -1,0 yang menunjukkan adanya kecenderungan penurunan jumlah pendaftar dari tahun ke tahun.

Sementara itu, SMAN 1 Sukapura, SMAN 1 Tiris, dan SMAN 1 Gading memiliki nilai gradien sebesar 0,0. Nilai tersebut menunjukkan bahwa perubahan jumlah pendaftar pada ketiga sekolah tersebut relatif stabil selama periode pengamatan, sehingga tidak menunjukkan tren peningkatan maupun penurunan yang signifikan. Pada proses pengelompokan menggunakan algoritma K-Means penggunaan nilai gradien sebagai atribut clustering bertujuan untuk mengelompokkan sekolah berdasarkan kesamaan pola perubahan jumlah pendaftar, sehingga setiap cluster yang dihasilkan dapat merepresentasikan tingkat loyalitas sekolah terhadap Universitas Nurul Jadid secara lebih objektif.

Algoritma K-Means Clustering

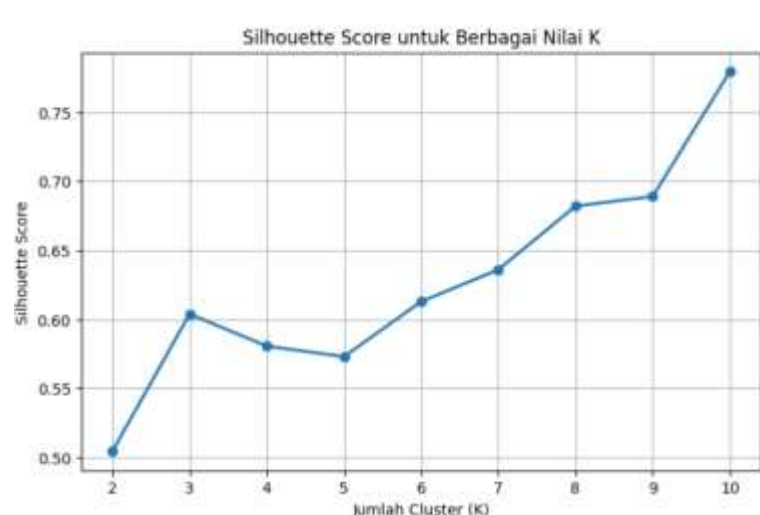
Setelah diperoleh nilai gradien setiap sekolah, tahap selanjutnya adalah melakukan proses pengelompokan menggunakan algoritma K-Means.

Sebelum proses clustering dilakukan, terlebih dahulu dilakukan pengujian jumlah cluster menggunakan metode *Silhouette Score*. Pengujian dilakukan dengan mencoba nilai cluster mulai dari $K = 2$ hingga $K = 10$.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Silhouette Score*

<u>Jumlah Cluster</u>	<u><i>Silhouette Score</i></u>
2	0,5045
3	0,6039
4	0,5807
5	0,5730
6	0,6129
7	0,6360
8	0,6820
9	0,6890
10	0,7795

Berdasarkan Tabel 3, terjadi kenaikan nilai *Silhouette Score* yang cukup signifikan dari 0,5045 pada $K = 2$ menjadi 0,6039 pada $K = 3$. Setelah itu, peningkatan nilai *Silhouette Score* cenderung berlangsung secara bertahap pada nilai K yang lebih besar. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan tiga *cluster* karena telah memberikan kualitas pengelompokan yang baik sekaligus sesuai dengan tujuan penelitian. Dengan demikian, pemilihan $K = 3$ mempertimbangkan aspek evaluasi model melalui *Silhouette Score* serta kebutuhan interpretasi hasil penelitian.



Gambar 3. Grafik Nilai *Silhouette Score* Berdasarkan Variasi Jumlah Cluster

Gambar 3 memperlihatkan grafik perubahan nilai *Silhouette Score* terhadap variasi jumlah *cluster* (K). Grafik tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai *Silhouette Score* yang cukup signifikan dari $K = 2$ ke $K = 3$. Setelah $K = 3$, nilai *Silhouette Score* masih mengalami peningkatan, namun peningkatannya relatif lebih kecil sehingga tidak memberikan perbedaan yang terlalu mencolok terhadap kualitas pengelompokan. Oleh karena itu, berdasarkan pertimbangan keseimbangan antara kualitas *cluster* yang dihasilkan dan kemudahan interpretasi hasil, jumlah *cluster* ditetapkan sebanyak tiga ($K = 3$). Meskipun terdapat nilai K yang menghasilkan *Silhouette Score* lebih tinggi, penggunaan tiga *cluster* dinilai telah mampu memberikan kualitas pengelompokan yang baik serta menghasilkan segmentasi yang lebih mudah dipahami dan diinterpretasikan dalam konteks penelitian ini. Dengan tiga *cluster*, sekolah dapat dikelompokkan ke dalam kategori yang memiliki karakteristik tren pendaftaran yang berbeda sehingga hasil analisis lebih mudah dimanfaatkan sebagai dasar dalam penyusunan strategi promosi penerimaan mahasiswa baru.

Setelah jumlah *cluster* ditetapkan sebanyak tiga, proses selanjutnya adalah menjalankan algoritma *K-Means Clustering*. Algoritma K-Means bekerja dengan cara mengelompokkan data berdasarkan kedekatan jarak antara setiap data dengan titik pusat *cluster* (*centroid*). Pada tahap awal, algoritma menentukan *centroid* awal, kemudian menghitung jarak setiap data terhadap seluruh *centroid*. Setiap data akan ditempatkan pada *cluster* yang memiliki jarak paling dekat. Selanjutnya, *centroid* dihitung kembali berdasarkan rata-rata nilai seluruh anggota pada masing-masing *cluster*. Proses tersebut dilakukan secara berulang hingga tidak terjadi lagi perubahan posisi *centroid* atau perpindahan anggota *cluster*, sehingga diperoleh hasil pengelompokan yang stabil.

Pada penelitian ini, atribut yang digunakan dalam proses clustering adalah nilai gradien yang diperoleh dari hasil perhitungan regresi linear. Dengan demikian, *centroid* yang dihasilkan merupakan nilai rata-rata gradien dari seluruh sekolah yang berada pada masing-masing *cluster*.

Hasil proses clustering menggunakan algoritma K-Means menghasilkan tiga nilai *centroid* yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Centroid Setiap Cluster

Cluster	Nilai Centroid
1	-0,320388
2	1,896552
3	-4,055556

Berdasarkan Tabel 4, dapat diketahui bahwa setiap *cluster* memiliki karakteristik yang berbeda berdasarkan nilai rata-rata gradiennya. *Cluster 2* memiliki nilai *centroid* sebesar 1,896552, yang merupakan nilai *centroid* tertinggi dibandingkan *cluster* lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa sekolah pada kelompok ini memiliki kecenderungan peningkatan jumlah pendaftar mahasiswa baru selama periode penelitian. Dengan demikian, *cluster* ini dapat dikategorikan sebagai kelompok sekolah dengan tren peningkatan jumlah pendaftar.

Cluster 1 memiliki nilai *centroid* sebesar -0,320388. Nilai tersebut mendekati nol sehingga menunjukkan bahwa sekolah-sekolah pada *cluster* ini memiliki kondisi yang relatif stabil. Meskipun terdapat sedikit kecenderungan penurunan jumlah pendaftar, perubahan yang terjadi tidak terlalu signifikan jika dibandingkan dengan *cluster* lainnya.

Sementara itu, *Cluster 3* memiliki nilai *centroid* sebesar -4,055556, yang merupakan nilai *centroid* paling rendah. Nilai ini menunjukkan bahwa sekolah-sekolah pada *cluster* tersebut mengalami penurunan jumlah pendaftar yang cukup besar selama periode penelitian. Namun demikian, penurunan jumlah pendaftar tidak dapat langsung disimpulkan sebagai rendahnya loyalitas sekolah terhadap Universitas Nurul Jadid. Penurunan tersebut hanya menunjukkan adanya perubahan tren selama periode penelitian yang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti berkurangnya jumlah lulusan, siswa memilih perguruan tinggi lain, perubahan kebijakan sekolah, kondisi ekonomi, maupun faktor eksternal lainnya. Oleh karena itu, hasil *clustering* pada penelitian ini hanya menggambarkan pola perubahan jumlah pendaftar berdasarkan data historis dan bukan digunakan untuk menentukan tingkat loyalitas sekolah secara pasti. Meskipun demikian, sekolah-sekolah pada *cluster* ini tetap menjadi kelompok yang memerlukan perhatian lebih dalam penyusunan strategi promosi dan evaluasi kerja sama.

Perbedaan nilai *centroid* pada masing-masing *cluster* menunjukkan bahwa algoritma *K-Means* berhasil mengelompokkan sekolah berdasarkan kemiripan pola perubahan jumlah pendaftar. Semakin besar nilai *centroid*, maka semakin tinggi kecenderungan peningkatan jumlah pendaftar, sedangkan

semakin kecil nilai *centroid* menunjukkan kecenderungan penurunan jumlah pendaftar.

Selain menghasilkan nilai *centroid*, proses *clustering* juga menghasilkan distribusi jumlah sekolah yang termasuk ke dalam masing-masing *cluster*. Informasi tersebut digunakan untuk mengetahui banyaknya sekolah pada setiap kelompok berdasarkan karakteristik tren pendaftaran dan menjadi dasar dalam analisis karakteristik masing-masing *cluster*. Distribusi jumlah sekolah pada setiap *cluster* ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah Anggota Setiap Cluster

Cluster	Jumlah Sekolah
1	103
2	29
3	9

Karakteristik masing-masing cluster disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik Setiap Cluster

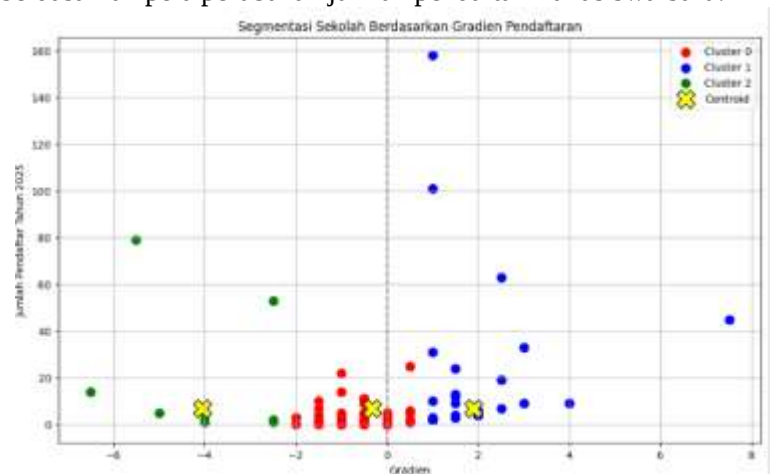
Cluster	Jumlah	Minimum	Maksimum	Rata-rata
1	103	-2,0	0,5	-0,320388
2	29	1,0	7,5	1,896552
3	9	-6,5	-2,5	-4,055556

Berdasarkan nilai rata-rata gradien, masing-masing cluster diberi label tingkat loyalitas seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Segmentasi Loyalitas Sekolah

Tingkat Loyalitas	Jumlah Sekolah	Rata-rata Gradien
Tidak Loyal	9	-4,055556
Cukup Loyal	103	-0,320388
Loyal	29	1,896552

Visualisasi tersebut memperjelas hasil segmentasi yang telah disajikan pada Tabel 7, yaitu bahwa algoritma *K-Means Clustering* berhasil membagi sekolah ke dalam tiga kelompok dengan karakteristik yang berbeda, yaitu kelompok sekolah yang mengalami peningkatan pendaftaran (*Loyal*), kelompok dengan kondisi relatif stabil (*Cukup Loyal*), dan kelompok yang mengalami penurunan pendaftaran (*Tidak Loyal*). Hasil pengelompokan ini memberikan gambaran yang lebih mudah dipahami mengenai distribusi sekolah berdasarkan pola perubahan jumlah pendaftar mahasiswa baru.



Gambar 4. Segmentasi Sekolah Berdasarkan Gradien Pendaftaran

Berdasarkan Gambar 4, terlihat hasil visualisasi pengelompokan sekolah berdasarkan nilai gradien pendaftaran mahasiswa baru menggunakan algoritma *K-Means Clustering*. Setiap warna menunjukkan *cluster* yang berbeda, sedangkan posisi titik pada sumbu horizontal merepresentasikan nilai gradien yang dimiliki oleh masing-masing sekolah. Pengelompokan tersebut memperlihatkan bahwa sekolah dengan karakteristik gradien yang serupa berada pada kelompok yang sama. Terlihat bahwa *cluster* dengan nilai gradien positif berada pada sisi kanan grafik dan menunjukkan sekolah-sekolah yang memiliki kecenderungan peningkatan jumlah pendaftar. Sementara itu, *cluster*

dengan nilai gradien yang mendekati nol berada di bagian tengah dan menunjukkan sekolah dengan jumlah pendaftar yang relatif stabil. Adapun *cluster* yang berada pada sisi kiri memiliki nilai gradien negatif, yang mengindikasikan adanya kecenderungan penurunan jumlah pendaftar selama periode pengamatan.

Analisis Hasil

Berdasarkan hasil pengelompokan menggunakan algoritma *K-Means*, sebanyak 141 sekolah berhasil dikelompokkan menjadi tiga kategori berdasarkan tren perubahan jumlah pendaftar mahasiswa ke Universitas Nurul Jadid. Dalam penelitian ini, kategori tersebut diinterpretasikan sebagai kelompok Loyal, Cukup Loyal, dan Tidak Loyal untuk mempermudah penyajian hasil segmentasi. Namun, kategori tersebut didasarkan pada pola perubahan jumlah pendaftar yang diperoleh dari data historis dan bukan merupakan ukuran loyalitas sekolah secara mutlak.

Cluster Loyal terdiri atas 29 sekolah dengan rata-rata gradien sebesar 1,896552. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sekolah-sekolah pada cluster ini memiliki kecenderungan peningkatan jumlah pendaftar selama periode penelitian. Seluruh anggota Cluster Loyal beserta nilai gradiennya disajikan pada Tabel 8. Berdasarkan tabel tersebut, sekolah-sekolah pada cluster ini didominasi oleh sekolah yang memiliki nilai gradien positif, seperti MA Mambaul Ulum (7,5), SMK Islam Nurul Iman (4,0), MA Islamiyah Syafi'iyah (3,0), MA Darul Falah (3,0), serta beberapa sekolah lainnya yang menunjukkan kecenderungan peningkatan jumlah pendaftar selama periode penelitian. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa sekolah-sekolah pada kelompok ini memiliki tren kontribusi yang meningkat sehingga dapat dijadikan sebagai mitra strategis yang perlu dipertahankan.

Tabel 8. Daftar Sekolah pada Cluster Loyal

Nama Sekolah	Gradien
SMAN 1 Leces	1,0
SMKN 1 Kraksaan	1,5
MAN 1 Probolinggo	1,0
SMA Unggulan Badridduja	2,5
SMA Islam Miftahul Afkar	2,0
SMA Islam Irtiqoiyah	2,0
SMA Islam Terpadu Ulil Albab	1,0
SMK Salman Al-Farisi	1,0
SMK Darul Hikmah	1,0
SMK Nurul Jadid	2,5
SMK Darul Lughah Wal Karomah	2,5
SMK Islam Nurul Iman	4,0
SMK Raudlatul Jannah	2,0
MA Bahjatul Ulum	2,0
MA Mambaul Ulum	7,5
MA Zainul Hasan 2	1,0
MA Ahmad Syarifuddin	1,5
MA Nurul Qadim	1,0
MA Arriyadlah Pandean	1,5
MA Islamiyah Syafi'iyah	3,0
MA Nurul Jadid	1,0
MA Miftahul Khair	1,0
MA Sirojul Islam	1,0
MA Zainul Anwar	1,5
MA Al Husna	1,5
MA Darut Tauhid	1,5
MA Zainul Hasan 1 Genggong	1,5
MA Darul Falah	3,0
MA Lubbul Labib	1,5

Cluster Cukup Loyal merupakan kelompok terbesar dengan jumlah 103 sekolah dan rata-rata gradien sebesar $-0,320388$. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar sekolah memiliki jumlah pendaftar yang relatif stabil dengan sedikit kecenderungan menurun. Daftar anggota Cluster Cukup

Loyal disajikan pada Tabel 9. Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa sebagian besar sekolah memiliki nilai gradien yang berada di sekitar nol, seperti 0,5, 0,0, maupun -0,5 sehingga menunjukkan perubahan jumlah pendaftar yang relatif stabil. Meskipun terdapat beberapa sekolah yang memiliki nilai gradien lebih rendah, seperti MA Baitul Muttaqin (-2,0), MA Mambaul Hasan (-2,0), dan beberapa sekolah lainnya, secara umum karakteristik cluster ini masih menunjukkan perubahan yang tidak terlalu signifikan. Oleh karena itu, sekolah-sekolah pada kelompok ini memiliki potensi untuk ditingkatkan melalui strategi promosi yang lebih intensif agar jumlah pendaftarnya meningkat pada periode berikutnya.

Tabel 9. Daftar Sekolah pada Cluster Cukup Loyal

Nama Sekolah	Gradien
SMAN 1 Sukapura	0,0
SMAN 1 Tiris	0,0
SMAN 1 Krucil	-1,0
SMAN 1 Gading	0,0
SMAN 1 Kraksaan	0,5
SMAN 1 Gending	-1,0
SMAN 1 Tongas	0,5
SMKN 1 Kotaanyar	-1,0
SMKN 1 Gending	-0,5
SMKN 1 Sumberasih	0,5
MAN 2 Probolinggo	-1,0
SMA Taruna Dra. Zulaeha	0,5
SMA IT Kyai Sekar Al Amri	-0,5
SMA Addasuqi	-1,0
SMA Islam Raden Fatah	0,0
SMA Nurul Hasan	-0,5
SMA Hayatul Islam	-0,5
SMA Islam Ar Rohmah	-0,5
SMA Islam Mambaul Ulum	0,0
SMA Islam Sirojul Ummah	0,5
SMA Nurul Iman	-0,5
SMA Islam Syarif Hidayatullah	0,0
SMA Al Hasyimi	0,5
SMA Darut Taqwa	0,5
SMA Istiqlal	-0,5
SMA Al Khairiyah	0,0
SMA Syech Abd Qodir Zaelani	0,0
SMA Taman Madya	0,0
SMA Terpadu Darut Tauhid	0,0
SMA Islam Miftahul Ulum Jatiurip	-0,5
SMA Unggulan Haf-SA Z H	0,5
SMA Zainul Hasan 1	-1,0
SMA Zainal Abidin	0,0
SMA Muhammad Shodiq	-1,0
SMA Muhammadiyah 3 Probolinggo	0,5
SMA Darul Akhlaq	0,5
SMK Imamul Hasan Tiris	-0,5
SMK Raudlatul Islam	-0,5
SMK Zainul Anwar	0,0
SMK Zainul Muin	-0,5
SMK Insan Terpadu	0,5
SMK Tarbiyatul Islamiyah	-1,0
SMK Al-Khairiyah	0,5
SMK Islam Syech Badri Masduqi	0,5

SMK Darul Ulum	0,5
SMK Syekh Abdul Qodir Al Jailani	-1,5
SMK Sunan Bonang	0,0
SMK Al-Um	-1,0
SMK Sirojut Tholibin Sumberasih	-1,0
MA Al-Arifin	-0,5
MA Miftahul Ulum	-0,5
MA Miftahul Ulum An-Nur	-0,5
MA Ummul Quro	0,0
MA Nurul Ulum	-0,5
MA Al-Khoiriyah	0,0
MA Nurur Rahmah	0,5
MA Thoyyib Hasyim	-0,5
MA Mambaul Hikam	-0,5
MA Miftahul Huda	0,0
MA Ihyaul Islam	-0,5
MA Nuriddahlani	0,5
MA Sunan Kalijaga	-0,5
MA Darul Musthofa	0,0
MA Sunan Kalijogo	0,5
MA Barakatul Hasan	0,0
MA Riyadlus Sholihin	-0,5
MA Miftahul Ulum	-0,5
MA Darul Hasan	0,5
MA Miftahul Hasan	0,5
MA Nurul Anwar	0,5
MA Miftahul Jannah	0,5
MA Miftahul Ulum Pakuniran	-1,5
MA Baitul Muttaqin	-2,0
MA Miftahul Hasanah	-0,5
MA Zainul Hasan 04	0,0
MA Al-Khoiriyah	0,0
MA Miftahul Ulum	-0,5
MA Terpadu Nurul Anwar	0,0
MA Syarief Hidayatullah	0,0
MA Darul Ulum	-1,5
MA Mambaul Hasan	-2,0
MA Nurul Hidayah	-0,5
MA Nurul Yaqin	0,5
MA Nurul Wahid Al-Wahyuni	0,0
MA Bahrul Ulum	-1,5
MA Badridduja	-1,0
MA Darul Lughah Wal Karomah	-1,0
Nahdlatul Ulama'	-0,5
MA Nurul Islam	-1,0
MA Plus Al-Mashduqiah	-1,5
MA Syekh Abdul Qodir Al Jailani Rangkang	-1,5
MA Al-Muttahidah	-0,5
MA Zainul Hasan 3	-0,5
MA Ihyaul Islam	-0,5
MA Model Zainul Hasan	0,0
MA Salafiyah	0,0
MA Uswatun Hasanah	-0,5
MA NU Maron	-1,5
MA Raudlatul Istiqomah	0,0

MA Miftahul Ulum	-0,5
MA Walisongo	-0,5
MA Riyadlus Sholihin	-0,5
MA Miftahul Ulum	-0,5
MA Nurul Ulum	-0,5

Sementara itu, Cluster Tidak Loyal terdiri atas 9 sekolah dengan rata-rata gradien sebesar $-4,055556$. Nilai tersebut menunjukkan adanya kecenderungan penurunan jumlah pendaftar selama periode penelitian. Seluruh anggota Cluster Tidak Loyal disajikan pada Tabel 10. Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa sekolah-sekolah dalam kelompok ini memiliki nilai gradien negatif yang cukup besar, seperti SMK Mambaul Ulum $(-6,5)$, SMA Nurul Jadid $(-5,5)$, MA Syafi'iyah $(-5,0)$, serta SMAN 1 Besuk $(-4,0)$. Hal tersebut menunjukkan bahwa sekolah-sekolah tersebut mengalami penurunan jumlah pendaftar yang lebih besar dibandingkan cluster lainnya.

Namun demikian, penurunan jumlah pendaftar tidak dapat langsung disimpulkan sebagai rendahnya loyalitas sekolah terhadap Universitas Nurul Jadid. Penurunan tersebut hanya menunjukkan adanya perubahan tren pada periode penelitian. Penyebabnya dapat berasal dari berbagai faktor, seperti berkurangnya jumlah lulusan, siswa memilih perguruan tinggi lain, perubahan kebijakan sekolah, kondisi ekonomi, maupun faktor eksternal lainnya. Oleh karena itu, hasil *clustering* pada penelitian ini hanya menggambarkan pola berdasarkan data historis dan bukan menentukan tingkat loyalitas sekolah secara pasti. Meskipun demikian, kelompok ini tetap menjadi prioritas dalam evaluasi kerja sama dan penyusunan strategi promosi Universitas Nurul Jadid.

Tabel 10. Daftar Sekolah pada Cluster Tidak Loyal

Nama Sekolah	Gradien
SMAN 1 Sukapura	0,0
SMAN 1 Tiris	0,0
SMAN 1 Krucil	-1,0
SMAN 1 Gading	0,0
SMAN 1 Kraksaan	0,5
MA Miftahul Ulum	-0,5
MA Walisongo	-0,5
MA Riyadlus Sholihin	-0,5
MA Nurul Ulum	-0,5

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *K-Means* mampu mengelompokkan sekolah berdasarkan tren perubahan jumlah pendaftar mahasiswa baru. Hasil segmentasi menunjukkan bahwa sebagian besar sekolah (103 sekolah atau sekitar 73,05%) berada pada kategori Cukup Loyal, sedangkan 29 sekolah (20,57%) berada pada kategori Loyal dan 9 sekolah (6,38%) berada pada kategori Tidak Loyal. Informasi tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan strategi promosi dan pengambilan keputusan oleh pihak Universitas Nurul Jadid, misalnya dengan mempertahankan kerja sama pada sekolah-sekolah yang memiliki tren peningkatan, meningkatkan pembinaan pada sekolah yang relatif stabil, serta melakukan evaluasi dan pendekatan khusus kepada sekolah-sekolah yang mengalami penurunan jumlah pendaftar.

SIMPULAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai segmentasi sekolah berdasarkan gradien pendaftaran mahasiswa baru menggunakan algoritma *K-Means Clustering* di Universitas Nurul Jadid, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Algoritma *K-Means Clustering* berhasil diterapkan untuk mengelompokkan sekolah berdasarkan nilai gradien perubahan jumlah pendaftar mahasiswa baru Universitas Nurul Jadid selama periode tahun 2023–2025. Nilai gradien diperoleh menggunakan metode regresi linier sederhana yang memanfaatkan data historis tiga tahun sehingga mampu menggambarkan kecenderungan peningkatan, penurunan, maupun kestabilan jumlah pendaftar pada setiap sekolah. Nilai gradien tersebut kemudian digunakan sebagai atribut utama dalam proses *clustering*.
2. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode *Silhouette Score* serta mempertimbangkan

kemudahan interpretasi hasil, jumlah cluster yang digunakan dalam penelitian ini adalah tiga ($K = 3$). Hasil pengelompokan menunjukkan bahwa dari 141 sekolah terdapat 29 sekolah (20,57%) yang termasuk ke dalam cluster Loyal, 103 sekolah (73,05%) termasuk ke dalam cluster Cukup Loyal, dan 9 sekolah (6,38%) termasuk ke dalam cluster Tidak Loyal.

3. Karakteristik setiap cluster menunjukkan pola perubahan jumlah pendaftar yang berbeda. Cluster Loyal memiliki rata-rata gradien sebesar 1,896552 yang menunjukkan kecenderungan peningkatan jumlah pendaftar. Cluster Cukup Loyal memiliki rata-rata gradien sebesar $-0,320388$ yang menunjukkan kondisi jumlah pendaftar relatif stabil dengan sedikit kecenderungan menurun. Sementara itu, Cluster Tidak Loyal memiliki rata-rata gradien sebesar $-4,055556$ yang menunjukkan adanya kecenderungan penurunan jumlah pendaftar selama periode penelitian. Namun demikian, hasil tersebut hanya menggambarkan pola berdasarkan data historis dan tidak dapat dijadikan sebagai ukuran loyalitas sekolah secara mutlak karena perubahan jumlah pendaftar dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal.
4. Hasil segmentasi yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan strategi promosi penerimaan mahasiswa baru Universitas Nurul Jadid. Informasi mengenai karakteristik masing-masing cluster diharapkan dapat membantu pihak universitas dalam menentukan prioritas kerja sama, pelaksanaan promosi, serta evaluasi terhadap sekolah-sekolah yang mengalami perubahan tren jumlah pendaftar.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Bagi Universitas Nurul Jadid, hasil segmentasi sekolah menggunakan algoritma *K-Means Clustering* dapat dimanfaatkan sebagai bahan pertimbangan dalam penyusunan strategi penerimaan mahasiswa baru. Sekolah yang berada pada cluster Loyal dapat dipertahankan hubungan kerja samanya, sekolah pada cluster Cukup Loyal dapat diberikan program promosi yang lebih intensif untuk meningkatkan jumlah pendaftar, sedangkan sekolah pada cluster Tidak Loyal perlu dilakukan evaluasi serta pendekatan lebih lanjut guna mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan jumlah pendaftar.
2. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan menggunakan data historis dengan rentang waktu yang lebih panjang sehingga kecenderungan perubahan jumlah pendaftar dapat dianalisis dengan lebih baik. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat menambahkan variabel lain, seperti jumlah lulusan sekolah, jarak sekolah ke perguruan tinggi, status akreditasi sekolah, maupun aktivitas promosi yang telah dilakukan sehingga hasil segmentasi menjadi lebih komprehensif.
3. Penelitian selanjutnya juga disarankan membandingkan algoritma *K-Means Clustering* dengan metode *clustering* lainnya, seperti *Hierarchical Clustering*, *DBSCAN*, atau *Fuzzy C-Means*, serta menggunakan metode evaluasi tambahan, seperti *Davies-Bouldin Index* atau *Calinski-Harabasz Index*, agar dapat diperoleh hasil pengelompokan yang lebih optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian sekaligus penyusunan artikel ini.

REFERENSI

- [1] Arifin, M., Iqna'a, F. J., Majid, A., and Ababil, A. F. (2025). Efektivitas iklan youtube dalam meningkatkan penerimaan santri baru di pondok pesantren nurul jadid. *INNOVASI: JURNAL INOVASI PENDIDIKAN*, 11(2):121–128.
- [2] Falasifa, A. N. and Kuswantoro, A. (2025). Evaluasi input dalam tata kelola persuratan digital di fakultas ekonomika dan bisnis universitas negeri semarang. *Business and Accounting Education Journal*, 6(1):45–62.
- [3] Firmansyah, F. B., Thoib, I., Candra, B. P., Sururi, N., Nugraha, D. S., and Fendy, F. B. F. (2025). Analisis data historis penerimaan mahasiswa baru untuk pengembangan strategi pemasaran institut teknologi mojosari nganjuk. *Jurnal Komputer Teknologi Informasi Sistem Informasi (JUKTISI)*, 4(2):1219–1226.
- [4] Hamdani, F. (2018). Perencanaan strategis sistem informasi untuk meningkatkan jumlah

- pendaftaran calon mahasiswa (pcm) dan keunggulan kompetitif di stkom al ma'soem. *INTERNAL (Information System Journal)*, 1(2):1–22.
- [5] Manalu, W. and Silalahi, F. T. R. (2025). Pemodelan sistem dinamik dalam meningkatkan jumlah pendaftar di perguruan tinggi swasta xyz. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 14(2):176–184.
- [6] Prayitno, D. (2025). Upaya meningkatkan animo calon mahasiswa menggunakan strategi bauran pemasaran: Marketing jasa pendidikan. *Prima Ekonomika*, 16(1):50–83.
- [7] Ramadani, S., Irwansyah, B., Azhari, D. T., Sari, D. P., Sury, D. A., Marpaung, F., et al. (2025). Pengelompokan nilai siswa di sekolah min 3 kabupaten asahan tahun 2025 menggunakan data mining metode k-means: Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 4(2):10585–10591.
- [8] Saputra, F. R. et al. (2023). Tadbir: Jurnal manajemen pendidikan islam tadbir: Jurnal manajemen pendidikan islam. *TADBIR: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 11(02):102–113.
- [9] Septianto, M. A., Faqih, A., and Rinaldi, A. R. (2025). Klasterisasi data produksi pertanian di kabupaten cirebon dengan algoritma k-means. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(2).
- [10] Sitinur, S. N. S. and Sitorus, Z. (2025). Implementasi data mining untuk clustering produktivitas bawang merah menggunakan metode k-means. *Jurnal Multimedia dan Teknologi Informasi (Jatilima)*, 7(02):109–121.
- [11] Taqiyah, B. T. B. et al. (2026). Penerapan business intelligence dan analisis data mining untuk prediksi tren penjualan produk. *Karapan Network Journal: Journal Computer Technology and Mobile Ad Hoc Network*, 2(02).