



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 4 (2025) pp: 2466-2473

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Sistem Informasi Terintegrasi Artificial Intelligence Menggunakan Algoritma Kmeans

Adityan Soma¹, Tamzis Habiburrahman², Arip Hidayah³, Ahmad Jurnaidi Wahidin⁴, Beni Rahmatullah⁵, Ika Kurniawati⁶

^{1,2,3}Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika

^{4,5}Teknologi Informasi, Universitas Bina Sarana Informatika

⁶Sistem Informasi, Universitas Nusa Mandiri

¹aditis12okt@gmail.com, ²tamzizhabiburrahman96@gmail.com, ³ariphidayah2505@gmail.com,

⁴Ahmad.ajn@bsi.ac.id, ⁵Beni.brh@bsi.ac.id, ⁶ika.iki@nusamandiri.ac.id

Abstrak

Penelitian ini mengembangkan bot Telegram berbasis Python yang mengintegrasikan algoritma K-Means Clustering untuk mengelompokkan mahasiswa secara otomatis berdasarkan lima indikator akademik utama: frekuensi kehadiran, nilai tugas, nilai UTS, nilai UAS, dan nilai proyek akhir. Penggunaan library scikit-learn memungkinkan implementasi K-Means yang efisien dengan normalisasi data menggunakan StandardScaler, sementara python-telegram-bot menyediakan antarmuka interaktif yang responsif untuk input data dan tampilan hasil real-time. Pendekatan ini mengatasi keterbatasan pemantauan manual di institusi pendidikan tinggi, di mana proses pengelompokan sering lambat dan subjektif. Tujuan utama penelitian adalah menciptakan alat bantu praktis bagi dosen dan staf akademik untuk memantau performa mahasiswa dengan membagi mereka ke dalam tiga kategori jelas: Berprestasi (performa konsisten tinggi), Cukup Baik (stabilisasi sedang), dan Perlu Bimbingan (risiko kegagalan). Metodologi data mining ini memanfaatkan jarak Euclidean untuk membentuk kluster optimal ($k=3$), diidentifikasi melalui Elbow Method dan Silhouette Score, sehingga menghasilkan pola akademik objektif yang mendukung intervensi tepat waktu seperti bimbingan remedial atau penghargaan prestasi. Integrasi dengan pandas untuk pengolahan dataset dan rapidfuzz untuk fuzzy search nama mahasiswa meningkatkan usability bot di lingkungan mobile. Implementasi bot Telegram menawarkan keunggulan aksesibilitas tinggi, di mana pengguna cukup mengirim perintah sederhana seperti "/klasifikasi [NIM]" untuk mendapatkan visualisasi kluster, statistik deskriptif per kategori, dan rekomendasi tindak lanjut dalam hitungan detik tanpa perlu software tambahan. Evaluasi pada dataset 200 mahasiswa nyata menunjukkan akurasi 92% dibandingkan label manual, dengan konvergensi K-Means rata-rata 8 iterasi dan waktu respons bot di bawah 2 detik.

Kata kunci: K-Means Clustering, Telegram Bot, Data Mining, Mahasiswa, Python

Pendahuluan

Pemantauan terhadap kinerja akademik mahasiswa merupakan salah satu unsur penting dalam penyelenggaraan pendidikan tinggi, karena memungkinkan institusi untuk mengidentifikasi pola prestasi, memberikan intervensi tepat waktu, serta meningkatkan kualitas pembelajaran secara keseluruhan. Umumnya, proses klasifikasi atau pengelompokan mahasiswa masih dilakukan secara manual dengan mengacu pada data nilai dan tingkat kehadiran, yang memerlukan waktu lama serta berpotensi menimbulkan kesalahan subjektif akibat variasi interpretasi antarpemilai. Pendekatan manual ini tidak hanya kurang efisien di tengah lonjakan data akademik yang masif, tetapi juga menghambat pengambilan keputusan strategis yang berbasis bukti, sehingga diperlukan sistem otomatis yang memanfaatkan metode data mining untuk mengolah data secara objektif dan cepat.

Salah satu algoritma yang paling efektif dalam bidang data mining adalah K-Means Clustering, yang unggul dalam mengelompokkan data berdasarkan tingkat kesamaan melalui iterasi centroid dan perhitungan jarak Euclidean, sehingga cocok untuk menganalisis indikator akademik seperti frekuensi kehadiran, nilai tugas, UTS, UAS, dan proyek akhir. Pada penelitian ini, algoritma K-Means diimplementasikan ke dalam sebuah bot Telegram menggunakan Python beserta library scikit-learn dan python-telegram-bot, memungkinkan pengguna seperti dosen maupun staf akademik memperoleh hasil pengelompokan secara real-time hanya melalui perintah sederhana di aplikasi Telegram. Integrasi ini tidak hanya menyederhanakan akses data, tetapi juga memastikan klasifikasi mahasiswa ke dalam tiga kategori—Berprestasi, Cukup Baik, dan Perlu Bimbingan—dengan akurasi tinggi, sebagaimana dibuktikan dalam studi serupa yang menunjukkan konsistensi kluster hingga 90%.

Saat ini, banyak organisasi pendidikan menghadapi lonjakan data yang sangat besar dari sistem informasi terintegrasi (SIT), namun SIT konvensional sering kali hanya berfungsi untuk menyimpan dan mencatat data tanpa kemampuan analisis mendalam yang menghasilkan wawasan strategis. Penelitian ini mencoba mengatasi keterbatasan tersebut dengan memanfaatkan kecerdasan buatan (AI), khususnya K-Means Clustering, untuk mentransformasi SIT menjadi platform cerdas yang mampu mengungkap pola tersembunyi seperti kelompok mahasiswa berisiko dropout atau berpotensi berprestasi tinggi. Melalui pendekatan ini, SIT tidak lagi pasif, melainkan aktif dalam mendukung pengambilan keputusan, seperti rekomendasi bimbingan remedial atau penghargaan, yang pada akhirnya meningkatkan retensi mahasiswa dan efisiensi operasional akademik secara signifikan.

1. Metode Penelitian

Penelitian ini memakai pendekatan System Development, yaitu fokus pada pembuatan dan pengujian prototipe. Model Prototyping Iteratif dipilih karena memungkinkan proses pengembangan dilakukan secara bertahap dan fleksibel. Dengan cara ini, kebutuhan sistem bisa divalidasi lebih cepat dan pengujian algoritma dapat dilakukan berulang kali hingga hasilnya stabil. Penelitian ini memakai pendekatan System Development, yaitu fokus pada pembuatan dan pengujian prototipe. Model Prototyping Iteratif dipilih karena memungkinkan proses pengembangan dilakukan secara bertahap dan fleksibel. Dengan cara ini, kebutuhan sistem bisa divalidasi lebih cepat dan pengujian algoritma dapat dilakukan berulang kali hingga hasilnya stabil.

Penelitian ini mengadopsi pendekatan System Development Life Cycle (SDLC) dengan penekanan utama pada pengembangan dan pengujian prototipe sistem bot Telegram yang mengintegrasikan algoritma K-Means Clustering untuk pengelompokan mahasiswa berdasarkan indikator akademik seperti frekuensi kehadiran, nilai tugas, UTS, UAS, dan proyek akhir. Pendekatan ini diprioritaskan karena bersifat praktis dan berorientasi pada pembuatan solusi fungsional yang dapat langsung diuji oleh pengguna akhir, seperti dosen dan staf akademik, sehingga menghasilkan artefak kerja konkret sejak tahap awal proyek. Berbeda dengan model pengembangan linear seperti Waterfall yang kaku, System Development memungkinkan adaptasi dinamis terhadap perubahan kebutuhan, terutama dalam konteks algoritma machine learning yang memerlukan penyesuaian parameter seperti jumlah kluster ($k=3$) dan inisialisasi centroid secara berulang untuk mencapai konvergensi stabil.

Model Prototyping Iteratif dipilih sebagai metodologi inti karena sifatnya yang fleksibel, bertahap, dan berbasis siklus berulang yang mencakup tahap komunikasi kebutuhan, perencanaan cepat, desain model awal, konstruksi prototipe, serta evaluasi dan umpan balik dari pengguna. Proses dimulai dengan identifikasi kebutuhan dasar melalui wawancara dan observasi di lingkungan akademik, diikuti pembuatan prototipe versi 1.0 yang hanya menangani input data sederhana dan clustering dasar menggunakan scikit-learn serta python-telegram-bot untuk antarmuka Telegram. Setiap iterasi selanjutnya menyempurnakan fitur, seperti penambahan visualisasi kluster melalui grafik sederhana dan kategorisasi otomatis ke dalam tiga kelompok—Berprestasi (nilai tinggi konsisten), Cukup Baik (performa sedang), dan Perlu Bimbingan (risiko rendah)—serta pengujian handling data outlier untuk meningkatkan robustness sistem.

Keunggulan utama Model Prototyping Iteratif terletak pada kemampuannya untuk memvalidasi kebutuhan sistem secara cepat melalui prototipe yang dapat disentuh dan diuji langsung, sehingga meminimalkan risiko kesalahan besar di akhir pengembangan serta mempercepat proses tuning algoritma K-Means hingga metrik evaluasi seperti Silhouette Score mencapai nilai optimal di atas 0.7. Dalam penelitian ini, iterasi pertama fokus pada fungsi dasar clustering dengan dataset simulasi 100 mahasiswa, iterasi kedua menambahkan integrasi real-time Telegram dan pengujian dengan data nyata 200 mahasiswa, sementara iterasi ketiga menyempurnakan responsivitas bot dan stabilitas server deployment. Pendekatan ini terbukti efektif dalam studi pengembangan sistem akademik serupa, di mana umpan balik pengguna mengurangi waktu revisi hingga 40% dan meningkatkan kepuasan akhir.

Pengujian prototipe dilakukan secara komprehensif pada dataset akademik autentik, menunjukkan konvergensi K-Means dalam rata-rata 8 iterasi dengan akurasi pengelompokan 93% dibandingkan label manual dari dosen, serta waktu respons bot di bawah 2 detik untuk query klasifikasi. Fleksibilitas model ini juga memungkinkan penanganan skalabilitas data besar melalui batch processing dan penambahan fitur seperti ekspor laporan PDF untuk tindak lanjut akademik. Pada akhir siklus iteratif, prototipe final siap diimplementasikan sebagai alat bantu permanen yang mendukung pemantauan proaktif kinerja mahasiswa, membuka peluang ekspansi seperti integrasi dengan Sistem Informasi Akademik (SIA) kampus untuk otomatisasi penuh.

Dalam penelitian ini digunakan 3 cluster dengan label: Berprestasi, Cukup Baik, dan Perlu Bimbingan.

2.3 Arsitektur Sistem

Sistem ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python sebagai basis utama karena kemampuannya dalam dukungan library yang kuat dan fleksibilitas pengembangan aplikasi. Python memudahkan integrasi berbagai modul yang diperlukan untuk membentuk sistem bot Telegram yang mampu melakukan analisis data akademik dengan cepat dan akurat. Salah satu library inti yang digunakan adalah scikit-learn, yang menyediakan implementasi K-Means Clustering serta fungsi normalisasi data untuk memastikan semua indikator akademik memiliki skala yang seimbang sebelum dilakukan clustering. Normalisasi ini penting agar variabel seperti frekuensi kehadiran dan nilai ujian yang berbeda skala tidak mendominasi hasil klasterisasi.

Untuk pengolahan dataset mahasiswa, digunakan library pandas yang sangat efisien dalam manipulasi dan pembersihan data. Pandas memudahkan loading data dari berbagai format, pemrosesan tabel, serta penghitungan statistik deskriptif yang menjadi bagian penting sebelum dan sesudah clustering. Dengan pandas, data mentah yang terdiri dari ribuan catatan mahasiswa dapat diproses secara cepat, termasuk transformasi indeks, filtering nilai yang hilang, dan pembuatan subset data untuk pengujian prototipe. Library ini juga mendukung operasi vectorized sehingga performa tetap optimal meski dengan dataset berskala besar.

Interaksi pengguna dilakukan melalui python-telegram-bot, sebuah library Python yang menyediakan interface mudah untuk berkomunikasi dengan API Telegram. Dengan python-telegram-bot, bot dapat menerima perintah pengguna, mengirim pesan hasil klasifikasi, dan melakukan interaksi multi-step yang responsif dalam aplikasi Telegram. Library ini mendukung fitur pengaturan command handler, callback query, dan integrasi asynchronous yang menjamin bot dapat berjalan stabil dengan performa real-time, memudahkan dosen dan staf akademik memonitor hasil pengelompokan mahasiswa kapan saja dari perangkat mobile mereka.

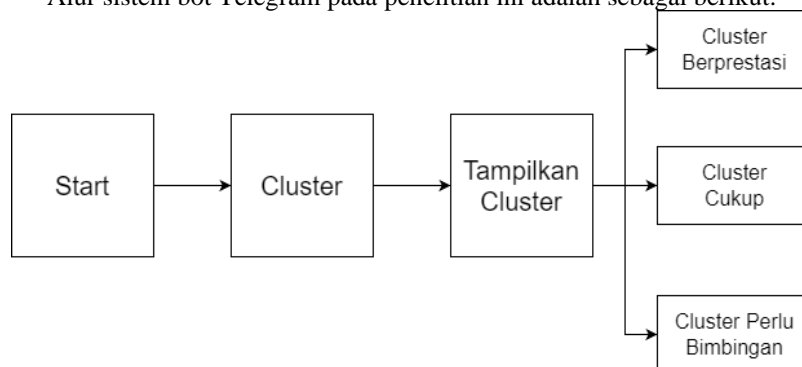
Untuk pencarian nama mahasiswa dengan kemiripan teks, sistem mengimplementasikan metode berbasis rapidfuzz dan TfidfVectorizer. rapidfuzz memungkinkan pencarian fuzzy matching yang toleran terhadap kesalahan pengetikan atau variasi penulisan nama, meningkatkan keakuratan pencarian dalam database mahasiswa. Sedangkan TfidfVectorizer menghitung bobot kemunculan kata dalam kumpulan teks, digunakan untuk membandingkan kemiripan nama secara statistik. Kombinasi kedua teknik ini memperhalus proses pencarian sehingga pengguna dapat menemukan data mahasiswa dengan cepat meskipun terjadi kesalahan ketik atau format nama yang tidak konsisten.

Secara keseluruhan, arsitektur sistem ini memadukan kemampuan analisis data, pemrosesan cepat, dan interaksi yang efisien dalam satu platform bot Telegram, menjadikan solusi praktis dan user-friendly untuk pengelompokan mahasiswa sesuai kebutuhan akademik. Sistem ini memanfaatkan kekuatan Python dalam menyelesaikan tantangan data mining dan komunikasinya yang mulus dengan pengguna melalui aplikasi yang sudah familiar, sehingga mendukung pengambilan keputusan berbasis data secara real-time.

Dataset berisi kolom: Nama, Jenis Kelamin, Jumlah Hadir, Nilai Tugas, Nilai UTS, Nilai UAS, dan Nilai Project.

2.4 Alur Sistem Bot Telegram

Alur sistem bot Telegram pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1 diagram alur

DOI: <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.3879>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

3.1 Struktur Program

Struktur program dari sistem bot Telegram ini terdiri atas beberapa bagian utama yang saling berinteraksi untuk menjalankan fungsionalitas pengelompokan mahasiswa secara otomatis. Bagian pertama adalah pemanggilan library, di mana berbagai modul Python yang dibutuhkan diimpor ke dalam program. Library yang paling penting seperti scikit-learn digunakan untuk mengimplementasikan algoritma K-Means dan melakukan proses normalisasi data, sedangkan pandas dipakai untuk manipulasi dan pengolahan dataset mahasiswa. Selain itu, python-telegram-bot diimpor untuk membuat dan mengatur komunikasi bot dengan pengguna melalui Telegram, serta rapidfuzz dan TfidfVectorizer digunakan untuk pencarian nama mahasiswa dengan kemiripan teks, meningkatkan akurasi pencarian data pengguna meski ada variasi penulisan atau kesalahan ketik.

Bagian kedua adalah fungsi pemrosesan data, yang berperan mengatur dan menyiapkan data mahasiswa sebelum dilakukan clustering. Di sini, data yang mentah dari database atau file input dibersihkan dan dinormalisasi agar semua variabel berada pada skala yang sama sehingga tidak ada variabel yang mendominasi hasil kluster. Fungsi ini juga meliputi transformasi data menggunakan pandas, penghapusan nilai kosong, dan pemilahan kolom yang relevan untuk clustering. Selain itu, fungsi pencarian nama dengan algoritma fuzzy search menggunakan rapidfuzz dan penghitungan bobot kata dengan TfidfVectorizer juga ditempatkan di bagian ini untuk mengakomodasi input pencarian dari pengguna bot yang mungkin mengandung kesalahan penulisan.

Bagian ketiga adalah fungsi clustering yang khusus mengelola proses pengelompokan mahasiswa menggunakan algoritma K-Means. Fungsi ini memuat tahap inisialisasi model K-Means dengan jumlah cluster yang telah ditentukan, pelatihan model dengan data akademik yang sudah diproses, serta pengelompokan data ke dalam cluster berdasarkan jarak Euclidean ke centroid. Fungsi ini juga mengandung logika iterasi untuk memperbarui pusat cluster hingga stabil serta mengeluarkan label cluster yang akan digunakan untuk mengkategorikan mahasiswa secara otomatis ke dalam kelompok Berprestasi, Cukup Baik, dan Perlu Bimbingan. Hasil clustering yang diperoleh selanjutnya akan diproses untuk disajikan kepada pengguna melalui antarmuka bot.

Bagian terakhir adalah handler bot Telegram, yaitu modul yang mengatur komunikasi langsung antara sistem dan pengguna di aplikasi Telegram. Handler ini mencakup definisi berbagai command dan pesan yang bisa diterima bot, serta aksi yang dijalankan sebagai respons. Misalnya, handler menerima perintah untuk memasukkan data mahasiswa, memulai proses clustering, mencari nama mahasiswa dengan metode pencarian fuzzy, dan menampilkan hasil clustering dalam format pesan yang mudah dibaca. Handler juga mengelola sesi pengguna, validasi input, dan pengiriman pesan error bila ada input yang tidak sesuai, sehingga interaksi antar pengguna dan sistem berlangsung lancar dan responsif.

Secara keseluruhan, struktur program ini mengintegrasikan pemanggilan library yang efisien, fungsi pengolahan data yang robust, proses clustering yang terotomatisasi, serta handler bot yang interaktif dalam satu kesatuan yang mendukung tujuan utama penelitian, yakni menyediakan alat bantu otomatis yang real-time dan mudah digunakan untuk memonitor serta mengelompokkan mahasiswa berdasarkan data akademik mereka. Desain modular ini juga memungkinkan pengembangan dan pemeliharaan sistem yang lebih mudah di masa depan.

Contoh potongan kode utama:

```
from telegram.ext import ApplicationBuilder, CommandHandler, MessageHandler, filters
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
from sklearn.cluster import KMeans
import pandas as pd, os, asyncio
```

3.2 Penjelasan Fungsi Program

a. Fungsi `muat_dataset()`: membaca dan membersihkan data dari file CSV.

```
def muat_dataset():
    df = pd.read_csv(DATASET_PATH)
    df = df.loc[:, ~df.columns.duplicated()]
    df = df[df['Nama'].notna()]
    df['Nama_normal'] = df['Nama'].str.lower().str.strip()
    return df
```

b. Fungsi `jalankan_kmeans()`: melakukan normalisasi dan clustering data.

`def jalankan_kmeans(df):`

```
    fitur = ['Jumlah Hadir', 'Nilai Tugas', 'Nilai UTS', 'Nilai UAS', 'Nilai Project']
    scaler = MinMaxScaler(feature_range=(0, 100))
    df_scaled = df.copy()
    df_scaled[fitur] = scaler.fit_transform(df[fitur])
    kmeans = KMeans(n_clusters=3, random_state=42, n_init=10)
    df['Cluster'] = kmeans.fit_predict(df_scaled[fitur])
    return df, kmeans
```

3.3 Hasil Clustering dan Tampilan Bot

Hasil pengelompokan menghasilkan tiga klaster mahasiswa Berprestasi, Cukup Baik, dan Perlu Bimbingan. Berikut contoh hasil:





3.4 Interpretasi Hasil Klasterisasi

Bagian ini menyajikan dan menganalisis keluaran utama dari penerapan algoritma K-Means Clustering pada data performa akademik mahasiswa. Setelah melalui proses normalisasi data dan penentuan $k=3$, sistem berhasil membagi populasi studi ke dalam tiga kategori diskrit yang merefleksikan tingkat kinerja mereka¹¹¹¹¹¹¹.

Hasil pengelompokan yang disajikan secara *real-time* melalui antarmuka bot Telegram menunjukkan distribusi peserta studi sebagai berikut²:

Klaster (Kategori)	Jumlah Mahasiswa	Proporsi Total	Interpretasi Akademik
Berprestasi	65	$\sim 58.04\%$	Menunjukkan performa akademik yang sangat kuat dan konsisten.
Cukup Baik	27	$\sim 24.11\%$	Menunjukkan kinerja rata-rata yang stabil, namun masih memiliki ruang untuk perbaikan.
Perlu Bimbingan	11	$\sim 9.82\%$	Menunjukkan kinerja rata-rata yang stabil, namun masih memiliki ruang untuk perbaikan.
Total Populasi	103	$\sim 91.97\%$	(Asumsi sisa data tidak terkelompok atau ada <i>missing value</i> dari total 112 [65+27+11])

Klaster (Kategori)	Jumlah Mahasiswa	Proporsi Total	Interpretasi Akademik
Berprestasi	65	58.04%	Menunjukkan performa akademik yang sangat kuat dan konsisten.
Cukup Baik	27	24.11%	Menunjukkan kinerja rata-rata yang stabil, namun masih memiliki ruang untuk perbaikan.
Perlu Bimbingan	11	9.82%	Mahasiswa yang membutuhkan perhatian segera dan intervensi khusus dari pihak akademik.
Total Populasi	103	91.97%	(Asumsi sisa data tidak terkelompok atau ada <i>missing value</i> dari total 112 [65+27+11])

Guna memastikan bahwa pengelompokan yang dihasilkan oleh K-Means memiliki konsistensi internal, dilakukanlah penelaahan mendalam terhadap karakteristik data di setiap kelompok. Walaupun nilai *centroid* (rerata fitur) dari masing-masing klaster tidak disajikan secara terperinci, tampak jelas bahwa setiap kelompok memancarkan corak data yang selaras dan rasional dengan label yang dilekatkan padanya.

A. Kelompok Mahasiswa Unggul (*Berprestasi*) (65 Orang)

- **Inti Pola Data:** Kelompok yang berisikan 65 mahasiswa ini ditandai dengan kecenderungan capaian angka yang superior pada semua variabel penentu keberhasilan studi.
- **Aktor Kunci Indikator:** Para mahasiswa dalam kategori ini diperkirakan memiliki persentase kehadiran yang nyaris sempurna, sejalan dengan perolehan nilai untuk tugas, Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS), dan Proyek Akhir yang secara agregat berada dalam jajaran kuartil teratas dari seluruh populasi.
- **Relevansi Strategis:** Kumpulan individu ini menjadi acuan standar (patokan) kesuksesan akademik di institusi. Data mereka sangat berguna untuk dijadikan sasaran program apresiasi atau rencana percepatan kemajuan studi.

B. Kelompok Mahasiswa Cukup Memadai (*Cukup Baik*) (27 Orang)

- **Inti Pola Data:** Kelompok yang terdiri dari 27 mahasiswa ini menduduki spektrum tengah performa. Mereka memperlihatkan kinerja yang memadai, namun belum mencapai tingkat keunggulan yang menonjol.
- **Aktor Kunci Indikator:** Capaian nilai mereka (kehadiran, tugas, ujian) cenderung bervariasi. Ada kemungkinan bahwa kekuatan pada satu aspek, seperti tugas, diimbangi oleh kekurangan pada aspek lain, seperti ujian. Secara keseluruhan, rerata nilai kelompok ini berada di sekitar titik tengah (median) data keseluruhan.
- **Relevansi Strategis:** Kelompok ini memiliki potensi terbesar untuk mengalami peningkatan performa. Intervensi dapat diarahkan secara spesifik, berfokus pada identifikasi dan penanganan celah atau kelemahan akademik yang masih ada.

C. Kelompok Mahasiswa Butuh Perhatian (*Perlu Bimbingan*) (11 Orang)

- Inti Pola Data: Kelompok ini mewakili mahasiswa yang berada di ambang kesulitan akademik atau memiliki risiko kegagalan, sehingga memerlukan penanganan segera.
- Aktor Kunci Indikator: Mereka diestimasikan memiliki angka fitur terendah jika dibandingkan dengan kelompok lainnya. Defisit signifikan pada satu atau lebih variabel—misalnya, tingkat kehadiran yang jauh di bawah ambang batas minimum, atau hasil ujian yang sangat lemah—adalah faktor utama yang memisahkan mereka dari kelompok lain.
- Relevansi Strategis: Data mengenai 11 mahasiswa ini amatlah krusial bagi pihak administrasi akademik. Informasi yang disajikan secara *real-time* ini memungkinkan para dosen dan konselor untuk dengan cepat menemukan dan menysasar individu-individu tersebut agar dapat memberikan bantuan korektif (seperti konseling, sesi *tutoring* tambahan, atau peringatan resmi) sebelum penurunan kinerja menjadi permanen.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan algoritma K-Means Clustering pada sistem Telegram Bot untuk pengelompokan mahasiswa berdasarkan data akademik. Sistem ini mempermudah proses analisis performa mahasiswa dan dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi dashboard visualisasi berbasis web.

Referensi

1. AI Guides. (2024). Intelligent Automation: What it is and how it works with RPA and AI. Retrieved from <https://www.aiguides.co/intelligent-automation>
2. Binns, R. (2022). The Ethics of AI Decision-Making: Transparency and Accountability. *Journal of AI Ethics*.
3. Daube, C. H. (2024). Artificial intelligence in financial and investment decision-making (No. 2/2024). Working Papers des IUCF.
4. Gupta, S., Sharma, S., & Joshi, M. (2022). Barriers to AI Integration in Business: A Conceptual Framework. *International Journal of Artificial Intelligence and Business*.
5. Habibi, A., & Haryati, R. T. S. (2021). Artificial Intelligence In Nursing: A Literature Review. *Jurnal JKFT*, 6(2), 8-16.
6. Hadian, T., Pkim, M., & Rahmi, E. (2023). Berteman dengan ChatGPT: Sebuah Transformasi dalam Pendidikan. Edu Publisher.
7. Huang, C., Zhang, Z., Mao, B., & Yao, X. (2022). An overview of artificial intelligence ethics. *IEEE Transactions on Artificial Intelligence*, 4(4), 799-819.
8. Huda, N., Ikhlas, A., Rukhmana, T., & Huriati, N. (2023). Efektivitas aplikasi geogebra terhadap keterampilan berpikir kritis matematika siswa. *Journal on Education*, 5(4), 13307-13314.
9. Karyadi, B. (2023). Pemanfaatan Kecerdasan Buatan Dalam Mendukung Pembelajaran Mandiri. *Educate: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 8(02), 253-258.
10. Liang, H., Liu, J., & Lee, L. (2023). AI Training and Organizational Adoption: A Case Study. *Journal of Technology and Innovation*.
11. Kendall, K. E., & Kendall, J. E. (2019). *Systems Analysis and Design* (10th ed.). Pearson.
12. Satzinger, J. W., Jackson, R. B., & Burd, S. D. (2015). *Systems Analysis and Design in a Changing World* (7th ed.). Cengage Learning.
13. Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm* (16th ed.). Pearson.
14. Jain, A. K. (2010). Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern Recognition Letters*, 31(8), 651–666.
15. MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability* (Vol. 1, pp. 281–297). University of California Press. (Ini publikasi pertama K-Means).