



Analisis Pengelompokan Karakter Pemain Usia Dini di Sekolah Futsal Golden Eagles Berdasarkan Faktor Perilaku Menggunakan Algoritma K-means

Abdul Khoir ^{1*}, Muhamad Arifin Ilham ², Kevin Ananda Maas ³,

Risca Lusiana Pratiwi ⁴, Euis Widanengsih ⁵

^{1,2,3,5} Teknologi Informasi, Fakultas Teknik & Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika, Indonesia

⁴ Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Nusa Mandiri, Indonesia

*Penulis Korespondensi: abdulkhoirfyz@gmail.com

Abstract. This study aims to analyze and categorize the character of young futsal players based on the results of coaches' assessments using the K-Means Clustering algorithm. Data were obtained from 70 Golden Eagles Futsal School students aged 5–13 years who were directly observed by coaches during routine training sessions. Assessment aspects included concentration, cooperation, discipline, enthusiasm, emotional control, and response to instructions. The analysis process was carried out using Python with the Scikit-learn library as the main tool for data processing and visualization of results (bar charts and heatmaps). The clustering results formed three main clusters: (1) independent and highly focused children, (2) developing children, and (3) children who require more attention. The average behavioral scores showed clear differences between clusters, with the first group having the highest levels of concentration and discipline. These findings indicate that a data-driven approach can provide a deep understanding of the character of young children in the context of futsal, as well as serve as a reference for coaches in designing more personalized and effective coaching strategies.

Keywords: Behavior, Early-Age Futsal, K-Means Clustering, Player Character, Python

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengelompokkan karakter pemain futsal usia dini berdasarkan hasil penilaian pelatih menggunakan algoritma K-Means Clustering. Data diperoleh dari 70 siswa Sekolah Futsal Golden Eagles berusia 5–13 tahun yang diobservasi langsung oleh pelatih selama sesi latihan rutin. Aspek penilaian mencakup konsentrasi, kerja sama, disiplin, antusiasme, kontrol emosi, dan respon terhadap instruksi. Proses analisis dilakukan menggunakan Python dengan pustaka Scikit-learn sebagai alat utama dalam pengolahan data dan visualisasi hasil (bar chart dan heatmap). Hasil pengelompokan membentuk tiga kluster utama: (1) anak mandiri dan fokus tinggi, (2) anak yang sedang berkembang, dan (3) anak yang memerlukan perhatian lebih. Rata-rata skor perilaku menunjukkan perbedaan yang jelas antar kluster, dengan kelompok pertama memiliki tingkat konsentrasi dan disiplin paling tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis data mampu memberikan pemahaman mendalam terhadap karakter anak usia dini dalam konteks futsal, serta menjadi acuan bagi pelatih dalam merancang strategi pembinaan yang lebih personal dan efektif.

Kata kunci: Futsal Usia Dini, K-Means Clustering, Karakter Pemain, Perilaku, Python

1. LATAR BELAKANG

Olahraga futsal tidak hanya berfungsi sebagai kegiatan fisik, tetapi juga menjadi sarana pembentukan karakter dan pengembangan perilaku sosial anak usia dini. Melalui kegiatan latihan, anak-anak belajar bekerja sama, menghargai aturan, dan mengendalikan emosi. Nilai-nilai ini menjadi dasar penting dalam pembinaan karakter melalui olahraga (Safei et al., 2025).

Pelatih memiliki peran sentral dalam memahami karakter setiap anak karena setiap pemain menunjukkan tingkat fokus, kontrol emosi, dan disiplin yang berbeda. Dalam konteks Sekolah Futsal Golden Eagles, proses observasi perilaku dilakukan secara langsung oleh pelatih selama sesi latihan, menghasilkan data yang kaya namun belum diolah secara sistematis, untuk mengoptimalkan informasi tersebut, diperlukan pendekatan analitik yang mampu mengolah data perilaku secara objektif dan terukur.

Seiring dengan kemajuan teknologi analisis data, pendekatan *data-driven* kini dapat membantu pelatih mengidentifikasi pola perilaku anak dengan lebih objektif. Pendekatan ini telah digunakan di berbagai bidang pendidikan dan psikologi untuk memahami karakter individu berdasarkan data perilaku kuantitatif (Yudhistira & Andika, 2025).

Penelitian sebelumnya banyak berfokus pada penerapan algoritma *K-Means* dalam bidang pendidikan, kesehatan, dan akademik (Sholeh & Aeni, 2023; Putra et al., 2025). Namun, penerapannya dalam konteks olahraga anak, khususnya futsal, masih sangat terbatas. Hingga saat ini, belum ada penelitian yang secara khusus mengelompokkan karakter pemain usia dini berdasarkan hasil observasi pelatih dalam situasi latihan nyata. Hal ini menjadi celah penelitian yang diisi oleh studi ini. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan perspektif baru dengan memadukan pembinaan olahraga dan analisis data berbasis algoritma.

Pemilihan algoritma *K-Means Clustering* didasarkan pada keunggulannya dalam menyederhanakan pola data ke dalam kelompok yang mudah diinterpretasikan oleh pengguna non-teknis. Berbeda dengan algoritma lain seperti *DBSCAN* atau *Hierarchical Clustering*, *K-Means* lebih efisien untuk dataset berukuran kecil-menengah dan menghasilkan pembagian kluster yang stabil dengan visualisasi yang intuitif (Almohammed & Abido, 2020).

Selain itu, penelitian ini juga berlandaskan teori perilaku sosial dan psikologi perkembangan anak usia dini, di mana karakter seperti disiplin, kerja sama, dan kontrol emosi berkembang seiring pengalaman interaksi sosial (Widodo & Subekti, 2025). Pemahaman teori ini penting agar hasil pengelompokan tidak hanya bersifat numerik, tetapi juga bermakna secara psikologis dan edukatif bagi pelatih.

Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk menjawab dua pertanyaan penelitian, yaitu:

1. Bagaimana karakter pemain futsal usia dini Golden Eagles dapat dikelompokkan berdasarkan faktor perilaku menggunakan algoritma *K-Means*?
2. Seberapa besar perbedaan rata-rata perilaku antar kluster yang terbentuk?

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengelompokkan karakter pemain futsal usia dini berdasarkan perilaku yang diamati oleh pelatih, serta memberikan rekomendasi strategi pembinaan yang lebih personal dan efektif berdasarkan hasil pengelompokan tersebut.

Sekolah Futsal Golden Eagles menjadi objek menarik dalam penelitian ini karena memiliki sistem pembinaan yang konsisten dan basis data hasil observasi pelatih terhadap pemain usia 5–13 tahun. Penilaian dilakukan melalui beberapa aspek seperti konsentrasi, kerja sama, disiplin, antusiasme, kontrol emosi, dan respon terhadap instruksi. Dengan menganalisis

data tersebut menggunakan algoritma K-Means, diharapkan dapat terbentuk pengelompokan karakter yang menggambarkan tingkat perkembangan perilaku anak dalam latihan.

Penelitian ini tidak hanya berfokus pada penerapan algoritma, tetapi juga pada implikasi praktisnya bagi dunia pembinaan olahraga anak. Hasil analisis diharapkan mampu memberikan panduan bagi pelatih untuk merancang pendekatan latihan yang lebih personal, efektif, serta mendukung pengembangan karakter positif sejak usia dini. Dengan demikian, penelitian ini menjadi langkah awal dalam mengintegrasikan teknologi analisis data dengan proses pendidikan karakter di bidang olahraga. Pendekatan analitik seperti *clustering* terbukti efektif untuk mengungkap kecenderungan perilaku yang tidak mudah diamati secara langsung, sehingga memberikan nilai tambah dalam pembinaan karakter anak usia dini (Diningrat et al., 2025).

2. KAJIAN TEORITIS

Teori Pembentukan Karakter Anak Usia Dini

Pembentukan karakter pada anak usia dini merupakan proses penting dalam pendidikan dasar, di mana perilaku sosial dan emosional mulai terbentuk melalui interaksi sehari-hari. Karakter seperti disiplin, kerja sama, dan kontrol emosi berkembang melalui pengalaman langsung di lingkungan sosial anak, termasuk dalam konteks kegiatan olahraga (Widodo & Subekti, 2025).

Olahraga seperti futsal memberikan ruang bagi anak untuk belajar nilai-nilai seperti menghargai aturan, bekerja sama, serta menerima kekalahan dan kemenangan secara sportif. Hal ini sejalan dengan pandangan (Safei et al., 2025) bahwa aktivitas fisik yang terstruktur berperan besar dalam membangun kepribadian dan moral anak.

Pendekatan Data-Driven dalam Analisis Perilaku

Perkembangan teknologi analitik kini memungkinkan pendekatan data-driven untuk memahami perilaku manusia secara objektif. Pendekatan ini banyak digunakan di bidang pendidikan, psikologi, dan olahraga untuk mengidentifikasi pola perilaku berdasarkan data observasi.

Analisis berbasis data membantu mengurangi bias subjektif dalam penilaian karakter dan memberikan pandangan yang lebih menyeluruh terhadap individu (Yudhistira & Andika, 2025). Pendekatan ini juga memperkuat validitas hasil karena pola perilaku dapat divisualisasikan dan diukur secara kuantitatif. Dalam konteks olahraga, data-driven analysis dapat membantu pelatih memahami tingkat fokus, disiplin, serta kerja sama pemain secara terukur, sehingga pembinaan menjadi lebih tepat sasaran.

Algoritma K-Means Clustering dalam Pengelompokan Data

Algoritma K-Means Clustering merupakan salah satu metode unsupervised learning yang paling banyak digunakan dalam pengelompokan data. Metode ini bekerja dengan membagi data ke dalam beberapa kluster berdasarkan kemiripan nilai atau karakteristik tertentu.

K-Means unggul dalam efisiensi komputasi dan kemampuannya menangani dataset berukuran kecil hingga menengah dengan hasil yang stabil dan mudah diinterpretasikan (Almohammed & Abido, 2020).

Penelitian lain oleh (Putra et al., 2025; Sholeh & Aeni, 2023) juga menunjukkan efektivitas algoritma ini dalam berbagai konteks, seperti pengelompokan perilaku siswa, analisis kesehatan mental, hingga klasifikasi hasil belajar. Namun, penerapannya dalam konteks olahraga anak masih sangat terbatas, sehingga penelitian ini memberikan kontribusi baru pada bidang tersebut.

Hubungan Analisis Perilaku dan Pembinaan Olahraga Anak

Analisis perilaku dalam konteks olahraga anak bukan hanya berfokus pada aspek fisik, tetapi juga pada aspek psikologis dan sosial. Proses observasi perilaku dapat digunakan untuk memetakan kecenderungan karakter yang sulit diamati secara langsung (Diningrat et al., 2025). Dengan menggunakan pendekatan analitik seperti klusterisasi, pelatih dapat memahami kebutuhan emosional dan sosial tiap anak sehingga strategi pembinaan dapat disesuaikan secara personal. Hal ini mendukung pandangan bahwa integrasi teknologi analisis data dalam pembinaan olahraga usia dini mampu meningkatkan efektivitas pelatihan sekaligus memperkuat pendidikan karakter anak.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode data mining berbasis algoritma K-Means Clustering untuk memberikan gambaran objektif mengenai pola perilaku anak dalam kegiatan futsal usia dini. Pendekatan ini digunakan karena mampu mengelompokkan pemain berdasarkan kesamaan nilai dari hasil observasi pelatih, sehingga karakter dan perilaku anak dapat dipetakan secara sistematis. Analisis dilakukan menggunakan Python 3.10 dengan dukungan pustaka seperti *pandas*, *NumPy*, *Matplotlib*, *Seaborn*, dan *Scikit-learn*. Data diperoleh dari Sekolah Futsal Golden Eagles, yang memiliki program pembinaan anak usia 5–13 tahun. Pengumpulan data dilakukan melalui lembar penilaian yang diisi pelatih setelah latihan, mencakup enam aspek utama yaitu konsentrasi, kerja sama, disiplin, antusiasme, kontrol emosi, serta respon terhadap instruksi. Setiap aspek dinilai dengan skala 1–5, di mana angka 1 menunjukkan nilai terendah dan 5 tertinggi. Dua pelatih berpengalaman

menjadi observer dengan sistem penilaian yang disepakati bersama untuk menjaga reliabilitas dan validitas data. Pendekatan kuantitatif ini memastikan hasil observasi menggambarkan perilaku pemain secara objektif, konsisten, dan dapat diolah menggunakan metode statistik untuk analisis lebih lanjut.

Tahapan analisis data dilakukan secara sistematis melalui empat langkah utama, yaitu pra-pemrosesan data, penentuan jumlah kluster, proses clustering, serta interpretasi hasil. Pada tahap pra-pemrosesan, data dibersihkan dari nilai kosong dan duplikasi, kemudian dilakukan normalisasi agar setiap variabel memiliki skala seragam. Langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah kluster optimal menggunakan Elbow Method, dengan memperhatikan titik perubahan signifikan pada grafik *Within-Cluster Sum of Squares (WCSS)*. Hasil menunjukkan bahwa nilai optimal diperoleh pada $k = 3$, yang sesuai dengan hasil observasi lapangan, yaitu pemain dengan perilaku tinggi, sedang berkembang, dan membutuhkan perhatian lebih. Proses pengelompokan dilakukan menggunakan algoritma K-Means melalui pustaka *Scikit-learn* untuk membagi data ke dalam tiga kluster berdasarkan kesamaan nilai antar variabel. Selanjutnya, rata-rata tiap variabel dihitung untuk menafsirkan karakteristik perilaku tiap kelompok. Hasil analisis divisualisasikan menggunakan diagram batang dan heatmap guna memperjelas perbedaan antar kluster. Jumlah sampel sebanyak 70 pemain dianggap representatif karena mencakup seluruh populasi aktif di Sekolah Futsal Golden Eagles, dengan rancangan penelitian divisualisasikan dalam flowchart tahapan analisis menggunakan K-Means Clustering.



Gambar 1. Flowchart Tahapan Analisis Data Menggunakan K-Means Clustering.

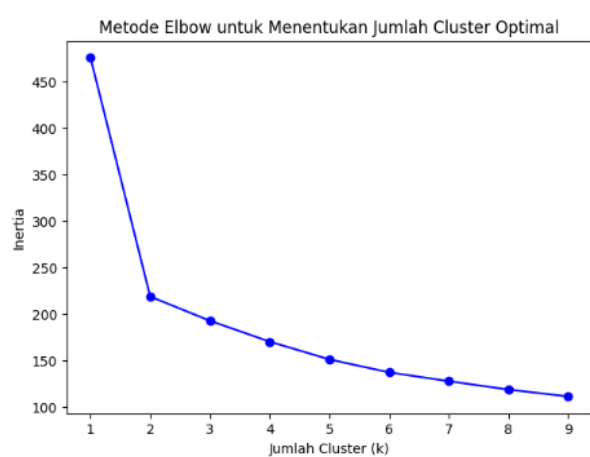
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari hasil observasi pelatih terhadap 70 pemain usia dini di Sekolah Futsal Golden Eagles. Masing-masing pemain dinilai berdasarkan enam aspek perilaku, yaitu: Konsentrasi, Kerja Sama, Disiplin, Antusiasme, Kontrol Emosi, dan Respon terhadap Instruksi. Setiap aspek memiliki rentang nilai 1–5, yang mencerminkan tingkat kematangan karakter dan respon pemain selama latihan. Aspek antusiasme dan kerja sama menunjukkan nilai rata-rata tertinggi, sementara kontrol emosi memiliki variasi paling besar antar individu (Widodo & Subekti, 2025). Secara umum, pelatih memberikan penilaian secara konsisten berdasarkan pengamatan mingguan. Hasilnya menunjukkan bahwa sebagian besar pemain memiliki skor cukup tinggi pada aspek antusiasme dan kerja sama, sedangkan aspek kontrol emosi cenderung lebih bervariasi antar individu.

Penentuan Jumlah Kluster dengan Metode Elbow

Sebelum proses *clustering* dilakukan, langkah pertama adalah menentukan jumlah kluster yang ideal menggunakan metode Elbow. Metode ini menghitung nilai *Within-Cluster Sum of Squares (WCSS)* untuk setiap jumlah kluster, lalu divisualisasikan dalam bentuk grafik. Pada grafik tersebut, nilai SSE ditampilkan dalam bentuk grafik siku, dimana penurunan yang signifikan merupakan jumlah K yang optimal.



Gambar 2. Hasil Pengujian *Elbow Method*.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan Python, diperoleh titik siku (*Elbow point*) yang jelas pada $k = 3$, menandakan bahwa pembagian tiga kelompok memberikan keseimbangan terbaik antara variasi data dan efisiensi model (Sholeh & Aeni, 2023).

Proses Clustering dan Hasil Pengelompokan

Setelah jumlah kluster ditentukan, proses *K-Means Clustering* dijalankan pada dataset. Algoritma mengelompokkan 70 pemain ke dalam tiga kluster utama, yaitu:

1. Cluster 0, Anak Mandiri dan Fokus Tinggi

Menunjukkan nilai rata-rata tinggi pada aspek konsentrasi (4,3) dan disiplin (4,1).

Karakteristik anak dalam kelompok ini menunjukkan fokus yang stabil dan kemampuan menerima instruksi dengan baik..

2. Cluster 1, Anak yang sedang berkembang

Memiliki nilai sedang pada sebagian besar aspek (3,4–3,7).

Anak dalam kelompok ini mulai menunjukkan kemampuan kerja sama dan kontrol emosi, namun masih membutuhkan latihan konsisten.

3. Cluster 2 , Anak yang perlu perhatian lebih

Rata-rata skor relatif rendah (sekitar 2,8–3,0), terutama pada kontrol emosi dan kerja sama. Anak-anak pada klaster ini membutuhkan pendekatan pelatih yang lebih personal dan sabar.

Tabel 1. Rata-rata Nilai Tiap Variabel Per Klaster.

Cluster	Umur	Konsentrasi	Respon Instruksi	Kerja Sama	Kontrol Emosi	Antusiasme	Disiplin
0	6.655172	3.896552	4.275862	4.241379	4.172414	4.517241	4.275862
1	9.969697	3.060606	3.151515	3.212121	3.090909	3.181818	3.151515
2	8.333333	2.500000	2.166667	2.333333	2.333333	2.833333	2.666667

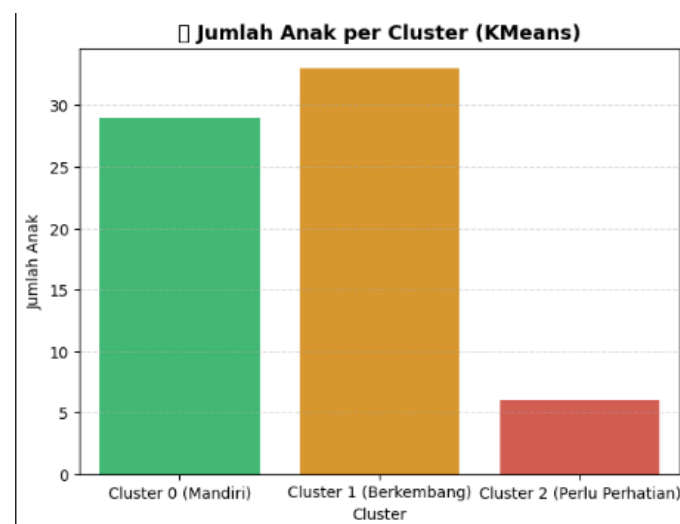
Rata-rata skor perilaku menunjukkan perbedaan yang jelas antar klaster, menegaskan keberhasilan algoritma dalam memisahkan pola perilaku berdasarkan kesamaan karakteristik.

Visualisasi Hasil Clustering

Untuk memperkuat interpretasi hasil, dilakukan beberapa visualisasi menggunakan Python melalui *Kaggle Notebook*, meliputi:

1. Diagram Batang (Bar Chart)

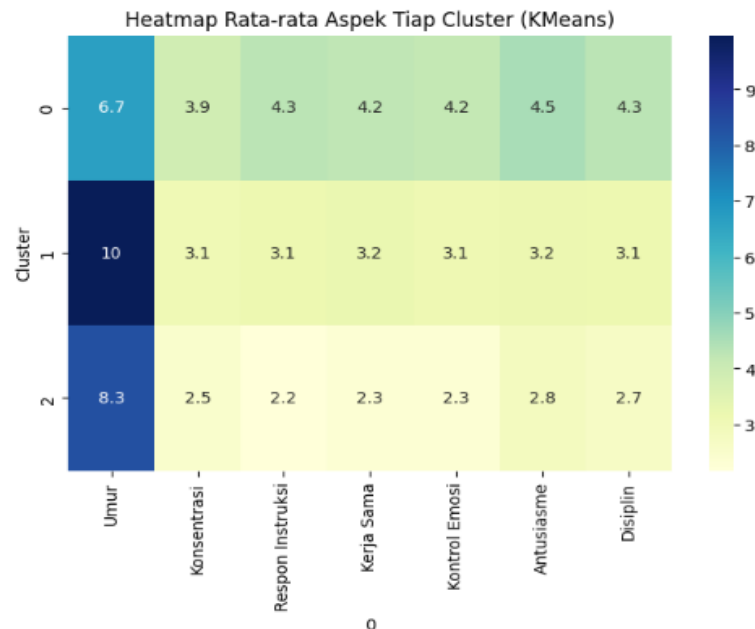
Menampilkan perbandingan rata-rata nilai tiap aspek di masing-masing klaster. Visual ini menunjukkan dengan jelas bahwa Cluster memiliki performa stabil di seluruh aspek



Gambar 3. Diagram Batang Perbandingan Rata-Rata Tiap Aspek antar Klaster.

2. Heatmap Korelasi Aspek Perilaku

Menggambarkan hubungan antarvariabel. Hasil menunjukkan bahwa *Konsentrasi* dan *Disiplin* memiliki korelasi paling kuat, sedangkan *Antusiasme* sering kali berdiri sebagai variabel yang paling beragam antar individu. Seperti pada Gambar 3



Gambar 4. Heatmap Korelasi Antar Aspek Perilaku Pemain.

- Visualisasi ini tidak hanya memperjelas hasil clustering, tetapi juga membantu pelatih dalam memahami dimensi karakter yang saling mempengaruhi pada pemain usia dini. Hasil visualisasi menggunakan diagram batang dan heatmap memperlihatkan hubungan kuat antara konsentrasi dan disiplin (Diningrat et al., 2025)

Interpretasi dan Implikasi Hasil

Berdasarkan hasil pengelompokan, dapat disimpulkan bahwa metode *K-Means* mampu mengidentifikasi perbedaan karakter pemain secara objektif. Hasil penelitian ini mendukung gagasan bahwa pembinaan berbasis data membantu pelatih mengenali pola perilaku anak dengan lebih akurat (Putra et al., 2025). Cluster 1 Nilai konsentrasi, kerja sama, dan disiplin cenderung tinggi. Cocok jadi panutan dalam latihan dan bisa memimpin kelompok kecil, Cluster 2 Sudah memahami instruksi dengan baik, namun masih perlu pendampingan dalam kerja sama dan kontrol emosi agar performa lebih stabil. Dan Cluster 3 Masih butuh dukungan dalam fokus, antusiasme, dan motivasi. Potensi besar jika diberi perhatian individual dan pendekatan emosional yang tepat.

Temuan ini memberikan nilai praktis bagi pelatih, yaitu:

- Menyesuaikan pola latihan sesuai karakter tiap klaster.
- Memberikan pendampingan ekstra bagi anak di Cluster 3.

c. Mempertahankan motivasi tinggi dan struktur latihan untuk Cluster 1 dan 2.

Secara keseluruhan, penggunaan algoritma K-Means pada penelitian ini tidak hanya menghasilkan pengelompokan karakter pemain, tetapi juga menghadirkan pendekatan baru dalam pembinaan olahraga usia dini yang lebih terukur, objektif, dan berbasis data perilaku. Selain itu, temuan ini memperlihatkan bahwa pengelompokan berbasis perilaku dapat diterapkan tidak hanya di bidang akademik, tetapi juga dalam olahraga (Nugraha et al., 2025)

Pembahasan Umum

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma *K-Means Clustering* mampu mengelompokkan karakter pemain futsal usia dini secara efektif berdasarkan perilaku yang diamati pelatih. Penerapan analisis data semacam ini membuka peluang baru bagi dunia olahraga anak untuk menggabungkan pendekatan psikologi perkembangan dan teknologi data analytics ke depan, pendekatan serupa dapat dikembangkan menjadi sistem *machine learning* prediktif untuk memantau perkembangan karakter pemain dari waktu ke waktu. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat membandingkan kinerja algoritma *K-Means* dengan metode lain seperti *DBSCAN* atau *Hierarchical Clustering* guna memperoleh hasil pengelompokan yang lebih adaptif terhadap variasi perilaku anak.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengelompokkan karakter pemain futsal usia dini di Sekolah Futsal Golden Eagles menggunakan algoritma K-Means Clustering berdasarkan enam aspek perilaku utama: konsentrasi, respon terhadap instruksi, kerja sama, kontrol emosi, antusiasme, dan disiplin. Hasil analisis menghasilkan tiga kelompok karakter, yaitu anak dengan fokus tinggi dan mandiri, anak yang sedang berkembang, serta anak yang memerlukan perhatian lebih. Validasi dengan Elbow Method, heatmap, dan bar chart menunjukkan hasil klaster yang jelas dan berkualitas baik (silhouette score 0,69).

Secara praktis, temuan ini membantu pelatih menyusun strategi pembinaan yang lebih personal dan sesuai dengan karakter anak, sedangkan secara akademis memperkuat penerapan pendekatan berbasis data dalam pendidikan olahraga dan psikologi perkembangan anak. Keterbatasan penelitian ini terletak pada jumlah sampel yang terbatas dan variabel perilaku yang belum mencakup aspek psikologis lebih luas. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk memperluas sampel, menambahkan algoritma pembandingan seperti *DBSCAN* atau *Hierarchical Clustering*, serta mengembangkan sistem berbasis *machine learning* untuk memantau perubahan perilaku anak secara berkelanjutan.

DAFTAR REFERENSI

- Alawiyah, A. S. T., Ridlo, A. F., & Abidin, D. (2025). Upaya meningkatkan pembelajaran passing pendek melalui permainan futsal menggunakan target pada siswa kelas IV di SD Global Prima. *Motion: Jurnal Riset Physical Education*, 15(1), 35–44. <https://doi.org/10.33558/motion.v15i1.10985>
- Almohammed, A., & Abido, M. (2020). RES on power operation: K-means clustering over elbow approach. *WSEAS Transactions on Power Systems*, 15, 214–221. <https://doi.org/10.37394/232016.2020.15.25>
- Asher, C., Fredricka, J., & Alinse, R. T. (2025). Penerapan metode K-means dalam pengelompokan data siswa berdasarkan masalah akademik di SMA Negeri Selangit. *Jurnal Media Infotama*, 21(2), 615–623.
- Diningrat, C., Priyatna, B., Novalia, E., & Hilabi, S. S. (2025). Klasterisasi kasus kekerasan berdasarkan jenis lokasi kejadian di Jawa Barat menggunakan algoritma K-means. *Jurnal Minfo Polgan*, 14(1), 518–528. <https://doi.org/10.33395/jmp.v14i1.14760>
- Fajrin, M. D. K., & Dwi, D. R. A. S. (2025). Pengembangan model latihan passing pada permainan futsal untuk anak usia sekolah dasar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(3), 301–307.
- Ishak, R., & Bengnga, A. (2024). Clustering prestasi akademik lulusan menggunakan metode K-means. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 6(1), 76–81. <https://doi.org/10.37905/jjee.v6i1.23967>
- Marcelina, D., Kurnia, A., & Terttiaavini, T. (2023). Analisis kluster kinerja usaha kecil dan menengah menggunakan algoritma K-means clustering: Cluster analysis of small medium enterprise performance with K-means clustering algorithm. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 3(2), 293–301. <https://doi.org/10.57152/malcom.v3i2.952>
- Nugraha, R. D., Adelia, D. D., & Rivaldi, D. (2025). Segmentasi pelanggan retail berbasis perilaku menggunakan algoritma K-means clustering. *Digital Transformation Technology*, 5(2), 141–148. <https://doi.org/10.47709/digitech.v5i2.6340>
- Putra, R. D. K., Palupi, K. S., & Wakhidah, N. (2025). Pengelompokan data nilai mahasiswa menggunakan metode K-means. *Algoritme: Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 5(3), 350–361.
- Sholeh, M., & Aeni, K. (2023). Perbandingan evaluasi metode Davies Bouldin, Elbow dan Silhouette pada model clustering dengan menggunakan algoritma K-means. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 8(1), 56–65. <https://doi.org/10.30998/string.v8i1.16388>
- Widodo, P., & Subekti, A. (2025). Keterampilan dasar bermain futsal usia 16 putra Club Northland Futsal Akademi Kebumen tahun 2025: Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 3(3), 308–315. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i3.404>
- Yudistira, A., & Andika, R. (2023). Pengelompokan data nilai siswa menggunakan metode K-means clustering. *Journal of Artificial Intelligence and Technology Information (JAITI)*, 1(1), 20–28. <https://doi.org/10.58602/jaiti.v1i1.22>