

Reduksi Dimensi Dalam Identifikasi Faktor Utama dalam Hubungan Bermain Game dan Prestasi Akademik dengan K-Means dan PCA

Andi Arfian¹, Rahmiliasari Samnufida², Cepi Cahyadi³

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

Email: ¹andi.afn@bsi.ac.id, ²rahmiliasari@bsi.ac.id, ³cepi.ccd@bsi.ac.id

Email Penulis Korespondensi: andi.afn@bsi.ac.id

Abstrak

Kebiasaan bermain game telah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari siswa dan diduga memiliki hubungan dengan prestasi akademik mereka. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor utama yang mempengaruhi hubungan antara kebiasaan bermain game dan nilai akademik dengan menggunakan teknik reduksi dimensi Principal Component Analysis (PCA) serta metode clustering K-Means. Penelitian ini menggunakan metode Principal Component Analysis (PCA) untuk reduksi dimensi dan K-Means Clustering untuk mengelompokkan data guna mengidentifikasi faktor utama yang mempengaruhi hubungan antara kedua variabel tersebut. Hasil analisis PCA menunjukkan bahwa komponen utama pertama (PC1) sebesar 37,29% mencerminkan faktor dominan dalam hubungan bermain game dan prestasi akademik, komponen kedua (PC2) sebesar 23,06% menggambarkan faktor tambahan yang masih memiliki pengaruh signifikan, dan komponen ketiga (PC3) sebesar 12,41% tetap berkontribusi terhadap variabilitas data. Selanjutnya, hasil clustering menunjukkan adanya tiga kluster utama, yaitu Kluster 0 (287 siswa), Kluster 1 (256 siswa), dan Kluster 2 (226 siswa). Visualisasi hasil clustering dalam ruang PCA menunjukkan distribusi yang jelas antar kluster, yang mengindikasikan adanya pola tertentu dalam hubungan antara bermain game dan prestasi akademik. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa bermain game memiliki hubungan dengan prestasi akademik yang dapat diidentifikasi melalui teknik reduksi dimensi dan clustering, sehingga dapat menjadi dasar dalam pengambilan keputusan terkait kebijakan pendidikan dan pengelolaan aktivitas bermain game bagi siswa.

Kata Kunci: Reduksi Dimensi, PCA, K-Means, Bermain Game, Prestasi Akademik, Principal Component Analysis,

Abstract

The relationship between gaming and academic performance is an interesting topic to analyze in the educational context. This study employs Principal Component Analysis (PCA) for dimensionality reduction and K-Means Clustering for data grouping to identify the key factors influencing this relationship. The PCA analysis results indicate that the first principal component (PC1) accounts for 37.29%, representing the dominant factor in the relationship between gaming and academic performance, the second principal component (PC2) accounts for 23.06%, describing an additional factor with significant influence, and the third principal component (PC3) accounts for 12.41%, contributing to data variability. Furthermore, the clustering results reveal three main clusters, namely Cluster 0 (287 students), Cluster 1 (256 students), and Cluster 2 (226 students). The visualization of the clustering results in PCA space shows a clear distribution among the clusters, indicating specific patterns in the relationship between gaming and academic performance. The findings of this study suggest that gaming has a measurable relationship with academic performance, which can be identified through dimensionality reduction and clustering techniques. These insights can serve as a basis for decision-making regarding educational policies and the management of students' gaming activities.

Keywords: Dimensionality Reduction, Principal Component Analysis (PCA), K-Means Clustering, Academic Performance, Gaming

1. PENDAHULUAN

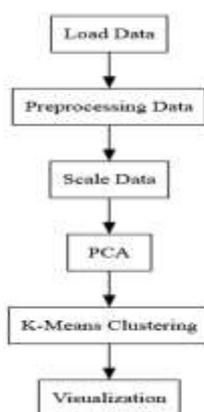
Perkembangan teknologi dan digitalisasi telah membawa perubahan besar dalam gaya hidup, terutama di kalangan pelajar. Salah satu perubahan signifikan adalah meningkatnya aktivitas bermain game di berbagai platform, baik melalui komputer, konsol, maupun perangkat mobile[1]. Seiring dengan popularitasnya, muncul berbagai perdebatan mengenai dampak bermain game terhadap prestasi akademik siswa. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa bermain game dapat meningkatkan keterampilan kognitif dan pemecahan masalah[2], sementara penelitian lain menunjukkan adanya dampak negatif terhadap konsentrasi dan hasil belajar. Prestasi akademik dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kebiasaan belajar, latar belakang keluarga, tingkat pendidikan orang tua, serta kebiasaan bermain game. Oleh karena itu, memahami hubungan antara kebiasaan bermain game dengan prestasi akademik merupakan hal yang penting untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang berperan dalam pencapaian akademik siswa[3]. Penelitian ini menggunakan metode Principal Component Analysis (PCA) dan K-Means Clustering untuk mengidentifikasi pola dan faktor utama yang mempengaruhi hubungan antara kebiasaan bermain game dan prestasi akademik. PCA digunakan untuk mereduksi dimensi data dan mengungkap faktor utama yang memiliki pengaruh terbesar terhadap variabel prestasi akademik. Sementara itu, K-Means Clustering digunakan untuk mengelompokkan siswa berdasarkan karakteristik bermain game dan faktor keluarga mereka, sehingga dapat dianalisis apakah ada pola khusus dalam kelompok siswa dengan nilai akademik tertentu. Berikut adalah beberapa penelitian terkait dalam lima tahun terakhir yang menjadi dasar dalam penelitian ini. Meneliti dampak bermain game terhadap kemampuan kognitif siswa dan menemukan bahwa game berbasis strategi dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, tetapi memiliki dampak negatif terhadap durasi belajar[4], Peneliti yang lain

Menganalisis hubungan antara frekuensi bermain game dengan nilai akademik, menunjukkan bahwa bermain game secara berlebihan dapat menurunkan prestasi akademik,[5]. Menggunakan metode clustering untuk mengelompokkan siswa berdasarkan kebiasaan bermain game dan menemukan bahwa kelompok dengan frekuensi bermain tinggi memiliki kecenderungan nilai akademik lebih rendah[6]. Menerapkan PCA dalam analisis faktor-faktor yang mempengaruhi prestasi akademik dan mengidentifikasi bahwa kebiasaan bermain game adalah salah satu faktor yang signifikan[7], Meneliti hubungan antara latar belakang keluarga, pendapatan orang tua, dan pendidikan orang tua terhadap nilai akademik siswa serta bagaimana faktor ini berinteraksi dengan kebiasaan bermain game[8]. Berdasarkan penelitian sebelumnya, sebagian besar studi hanya meneliti dampak bermain game terhadap prestasi akademik secara umum atau hanya menggunakan satu metode analisis[9]. Namun, belum banyak penelitian yang menggabungkan PCA untuk reduksi dimensi dengan K-Means Clustering untuk mengidentifikasi pola hubungan antar variabel secara lebih mendalam. Oleh karena itu penelitian ini berusaha mengisi celah tersebut dengan pendekatan yang lebih komprehensif dalam memahami faktor-faktor utama yang berperan dalam hubungan antara kebiasaan bermain game dan prestasi akademik siswa[10]. Hasil dari Penelitian ini bertujuan untuk Mengidentifikasi faktor utama yang mempengaruhi prestasi akademik siswa dalam konteks kebiasaan bermain game menggunakan PCA, Mengelompokkan siswa berdasarkan karakteristik bermain game dan faktor keluarga menggunakan K-Means Clustering, Menganalisis hubungan antara hasil clustering dengan prestasi akademik untuk menemukan pola yang signifikan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai bagaimana faktor kebiasaan bermain game dan latar belakang keluarga berperan dalam prestasi akademik. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pendidik dan orang tua dalam merancang strategi yang lebih efektif untuk mendukung perkembangan akademik siswa tanpa mengabaikan peran hiburan digital dalam kehidupan mereka[11].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini menggambarkan urutan sistematis dalam melakukan penelitian, termasuk penerapan metode serta pengujian metode guna mendapatkan hasil penelitian yang sesuai dengan harapan. Tahapan ini mencakup identifikasi masalah, pengumpulan data, Tahapan penelitian ini menggambarkan urutan sistematis dalam melakukan penelitian, termasuk penerapan metode serta pengujian metode guna mendapatkan hasil penelitian yang sesuai dengan harapan. Tahapan ini mencakup identifikasi masalah, pengumpulan data, pemrosesan data, penerapan metode analisis, hingga interpretasi hasil dan penyusunan rekomendasi[12]. Identifikasi Masalah Tahapan awal dilakukan dengan mengidentifikasi hubungan antara bermain game dan prestasi akademik. Pada tahap ini dilakukan studi literatur dan pengumpulan data awal untuk memahami fenomena yang diteliti. Pengumpulan Data dari sumber yang relevan, baik berupa survei, data akademik, maupun rekam jejak waktu bermain game.[13] Pengumpulan data dilakukan dengan metode kuesioner dan data sekunder jika tersedia, Preprocessing Data yang diperoleh melalui tahap sebelumnya kemudian dibersihkan dan diproses agar siap untuk dianalisis. Langkah-langkah yang dilakukan dalam preprocessing data meliputi: Normalisasi dan standarisasi data, Penanganan data yang hilang, Reduksi dimensi menggunakan Principal Component Analysis (PCA), Clustering dengan K-Means Setelah dilakukan reduksi dimensi menggunakan PCA, data akan dikelompokkan menggunakan metode K-Means untuk mengidentifikasi faktor utama dalam hubungan antara bermain game dan prestasi akademik. Analisis dan Evaluasi Hasil clustering kemudian dianalisis untuk memahami pola yang muncul serta menginterpretasikan faktor-faktor utama yang diperoleh dari hasil PCA dan K-Means. Evaluasi dilakukan dengan melihat validitas hasil clustering dan hubungan antarvariabel dan Kesimpulan dan Rekomendasi Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini memberikan kesimpulan terkait pengaruh bermain game terhadap prestasi akademik serta memberikan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.



Gambar.1 Alur Proses Penelitian

2.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kombinasi dari Principal Component Analysis (PCA) untuk reduksi dimensi dan K-Means untuk clustering. Metode ini diterapkan melalui tahapan sebagai berikut Persiapan Data dengan Mengumpulkan data yang relevan dan melakukan preprocessing untuk memastikan data dalam kondisi bersih dan siap dianalisis[14]. Reduksi Dimensi (PCA) Menggunakan PCA untuk mengurangi jumlah variabel tanpa menghilangkan informasi penting dalam data. Clustering (K-Means) dengan Melakukan pengelompokan data berdasarkan hasil reduksi dimensi agar faktor utama dapat diidentifikasi. Evaluasi dan Validasi yaitu Memastikan bahwa hasil clustering telah memberikan informasi yang bermakna dengan menggunakan metrik evaluasi clustering . Berikut adalah dataset yang diambil dari siswa Smkn 5 Kota Bekasi Jurusan RPL kelas 10-12 yang berjumlah 400 instances, 9 features dan 1 meta target yaitu grade yang digunakan dalam penelitian ini

Tabel 1. Data Set Penelitian

Sex	School Code	Playing Years	Playing Often	Playing Hours	Playing Games	Parent Revenue	Father Education	Mother Education	Grade
0	1	1	2	1	1	4	4	5	77,5
1	1	1	3	1	1	1	3	3	83
0	1	0	0	0	0	1	3	3	80
0	1	3	5	1	1	2	2	3	45
1	1	1	1	2	1	1	3	4	85
0	1	1	5	1	1	1	2	2	80
0	1	1	2	2	1	2	3	3	55
0	1	1	5	2	1	2	3	3	80
1	1	2	1	1	1	3	3	5	60
0	1	2	5	2	1	5	2	4	88
1	1	4	1	1	1	2	4	2	80
0	1	0	0	0	0	2	4	4	45
1	1	3	3	2	1	2	5	5	90
1	1	4	1	2	1	2	5	5	74

Rumus PCA dan K-Means

Principal Component Analysis (PCA)

PCA digunakan untuk mengurangi dimensi dataset dengan mentransformasikan variabel asli ke dalam komponen utama. Rumus utama PCA adalah:

$$Z = HW \tag{1}$$

Di mana:

- o adalah matriks data asli yang sudah dinormalisasi.
- o adalah matriks eigenvector dari matriks kovarians data.
- o adalah hasil proyeksi data ke dimensi baru

K-Means digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam cluster berdasarkan jarak Euclidean.

Rumus utama K-Means adalah:

$$D(p, c)_n = \sqrt{\sum_{i=0}^n (p_i - c_i)^2} \tag{2}$$

Dimana

- o $X_j=(X_{j1},X_{j2},...,X_{jM})$ adalah vektor fitur dari data ke-jjj,
- o $C_i=(C_{i1},C_{i2},...,C_{iM})$ $C_i = (C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{iM})$ adalah vektor centroid ke-iii,
- o M adalah jumlah fitur.

K-Means Clustering merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk mengelompokkan objek berdasarkan atribut atau fitur yang dimilikinya ke dalam K kluster atau partisi[15]. Nilai K adalah bilangan positif yang menunjukkan jumlah kelompok yang akan dibentuk[16]. Proses pembagian data dilakukan dengan menentukan jarak terkecil antara setiap data dengan centroid, yaitu titik pusat kluster yang dapat ditentukan secara acak atau menggunakan metode Initial Set of Centroids. Selain itu, centroid juga dapat ditetapkan berdasarkan K objek yang berurutan. Centroid sendiri merupakan

nilai rata-rata aritmetika dari sekumpulan titik dalam suatu kluster[17]. Adapun langkah-langkah dalam menerapkan algoritma K-Means Clustering adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan data training dalam bentuk vektor.
2. Menentukan jumlah kluster K.
3. Menentukan nilai awal centroid.
4. Menghitung jarak antara setiap data dan centroid menggunakan rumus Euclidean Distance.
5. Mengelompokkan data berdasarkan jarak terdekat dengan centroid.
6. Melakukan iterasi hingga tidak ada lagi perpindahan objek ke kluster lain. Jika masih terjadi perpindahan, maka kembali ke langkah ke-3.
7. Jika susunan kluster saat ini sama dengan sebelumnya, proses iterasi dihentikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

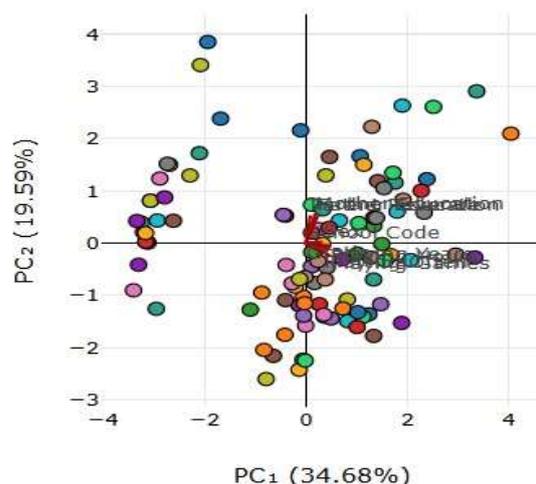
Dari hasil Penelitian didapatkan analisis Principal Component Analysis (PCA) dalam mengidentifikasi faktor utama hubungan antara bermain game dan prestasi akademik. Dengan menerapkan K-Means Clustering untuk mengelompokkan data berdasarkan pola yang ditemukan. Pada bagian ini berisi hasil dan pembahasan dari topik penelitian, yang bisa di buat terlebih dahulu metodologi penelitian. Bagian ini juga merepresentasikan penjelasan yang berupa penjelasan, gambar, tabel dan lainnya. Banyaknya kata pada bagian ini berkisar.

3.1 Analisis Principal Component Analysis (PCA)

Dataset ini (tabel 1) memiliki beberapa variabel terkait dengan bermain game dan prestasi akademik (Grade), termasuk: Dataset ini memiliki beberapa variabel terkait dengan bermain game dan prestasi akademik (Grade), termasuk Playing Years: Lama bermain game (tahun)., Playing Often: Frekuensi bermain game, Playing Hours: Durasi bermain game dalam sehari., Playing Games: Status apakah bermain game atau tidak, Parent Revenue: Pendapatan orang tua, Father Education & Mother Education: Pendidikan orang tua, Grade: Nilai akademik siswa. Hasil analisis PCA menunjukkan bahwa:

- o **PC1 (Komponen Utama 1)** menjelaskan **37,29%** varians dalam data.
- o **PC2 (Komponen Utama 2)** menjelaskan **23,06%** varians dalam data.
- o **PC3 (Komponen Utama 3)** menjelaskan **12,41%** varians dalam data.

Total ketiga komponen utama ini menjelaskan sekitar **72,77%** dari keseluruhan variabilitas data.

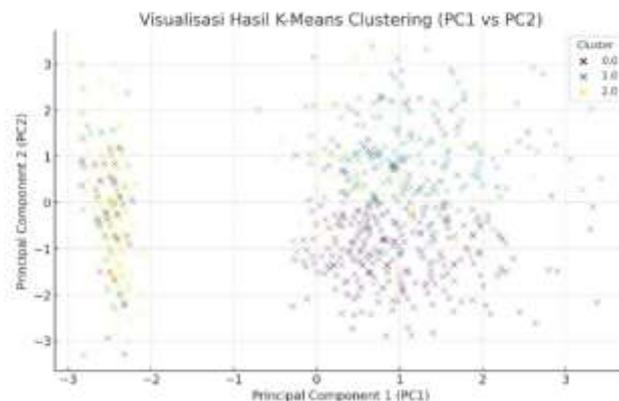


Gambar 1. Hasil PCA

3.2 K-Means Clustering

Dari Gambar 1 didapat hasil visualisasi **K-Means Clustering** berdasarkan dua komponen utama pertama dari PCA (**PC1 vs PC2**). Setiap warna mewakili kluster yang berbeda. Dari grafik ini, kita dapat melihat bahwa data terbagi ke dalam tiga kelompok yang berbeda. Varians asli muncul di sepanjang diagonal matriks kovarians, sedangkan varians dari komponen utama direpresentasikan oleh eigenvalue Total varians di seluruh dimensi adalah **9**. Dua dimensi asli mencakup **11,1111%** dari varians (**1**), sedangkan dua komponen utama menjelaskan **54,268%** dari varians (**4,8841**). Analisis **PCA** dilakukan untuk mengidentifikasi faktor utama dalam hubungan antara bermain game dan prestasi akademik. Hasilnya

menunjukkan bahwa **tiga komponen utama pertama (PC1, PC2, dan PC3) menjelaskan 72,77% dari total varians dalam data.**



Gambar 2. Visualisasi Hasil-Kmeans

Kesimpulannya PC1 (37,29%): Mencerminkan faktor utama yang berkontribusi terhadap hubungan bermain game dan prestasi akademik, PC2 (23,06%): Menggambarkan faktor tambahan yang masih memiliki pengaruh signifikan terhadap variabilitas data dan PC3 (12,41%): Faktor yang lebih kecil tetapi tetap berkontribusi dalam menjelaskan hubungan variabel dalam penelitian ini. Dengan kata lain, sebagian besar informasi dalam dataset dapat direpresentasikan oleh beberapa faktor utama, sehingga mempermudah analisis dan interpretasi hubungan antara bermain game dan nilai akademik. Setelah mendapatkan komponen utama melalui PCA, dilakukan K-Means Clustering untuk mengelompokkan data berdasarkan pola yang ditemukan. Hasilnya menunjukkan bahwa data dapat dibagi menjadi tiga kluster utama, dengan distribusi sebagai berikut: Kluster 0: 287 siswa, Kluster 1: 256 siswa dan Kluster 2: 226 siswa. Visualisasi hasil clustering (Gambar 2) menunjukkan bahwa ketiga kluster memiliki distribusi yang jelas dalam ruang PCA, yang menandakan adanya pola tertentu dalam hubungan bermain game dan prestasi akademik. Berdasarkan analisis PCA dan clustering, ditemukan bahwa bermain game memiliki hubungan tertentu dengan prestasi akademik. Namun, dampaknya dapat bersifat positif maupun negatif, tergantung pada pola bermain dan faktor lainnya. Dampak Positif adalah Jika siswa bermain game dalam batas wajar, mereka masih dapat mencapai prestasi akademik yang baik dan Beberapa game yang bersifat edukatif atau strategis dapat membantu meningkatkan keterampilan kognitif seperti problem-solving dan pemikiran analitis dan Dampak Negatif jika waktu bermain game terlalu tinggi, siswa cenderung memiliki nilai akademik yang lebih rendah serta Bermain game secara berlebihan dapat menyebabkan kurangnya waktu belajar, gangguan tidur, dan menurunnya konsentrasi dalam kegiatan akademik.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis PCA dan K-Means Clustering, kita dapat melihat bahwa ada pola tertentu dalam hubungan antara bermain game dan prestasi akademik. Namun, untuk menyimpulkan apakah dampaknya positif atau negatif, kita perlu menganalisis karakteristik setiap kluster lebih lanjut Berdasarkan analisis PCA (Principal Component Analysis) dan K-Means Clustering, diperoleh beberapa temuan utama:

1. Identifikasi Faktor Utama (PCA), PCA mengungkap bahwa tiga komponen utama pertama (PC1, PC2, dan PC3) menjelaskan sekitar 72,77% dari total varians data. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar informasi dalam data dapat direpresentasikan oleh beberapa faktor utama, mengurangi kompleksitas dimensi tanpa kehilangan terlalu banyak informasi.
2. Pengelompokan Data (K-Means Clustering) Data berhasil dikelompokkan menjadi tiga kluster berdasarkan karakteristik hubungan antara bermain game dan prestasi akademik. Visualisasi menunjukkan bahwa kluster memiliki distribusi yang cukup jelas dalam ruang komponen utama, menandakan adanya pola yang dapat diidentifikasi.
3. Interpretasi Varians Dari total varians dalam data (9), dua dimensi asli hanya menjelaskan 11,11% dari varians, sedangkan dua komponen utama mampu menjelaskan 54,27%. Ini menunjukkan bahwa transformasi ke komponen utama berhasil mengekstrak informasi lebih signifikan dibandingkan hanya menggunakan dimensi asli.

Hasil ini menunjukkan bahwa faktor-faktor tertentu dalam bermain game dapat dikaitkan dengan prestasi akademik dan dapat dikelompokkan ke dalam pola yang lebih sederhana menggunakan PCA dan K-Means. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk memahami lebih dalam karakteristik masing-masing kluster dan hubungan spesifik antara faktor bermain game dan hasil akademik. Bagian ini berisi kesimpulan yang menjawab hal segala permasalahan yang terdapat didalam penelitian. Isi kesimpulan tidak berupa point-point, namun berupa paragraf.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis ingin menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini. Ucapan terima kasih khusus disampaikan kepada Rekan Di Universitas BSI atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses penelitian. Penulis juga berterima kasih kepada para Teman teman penulis yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan arahan yang sangat berarti dalam menyelesaikan penelitian ini. Tak lupa, penulis menyampaikan terima kasih kepada para responden/siswa/guru yang telah bersedia meluangkan waktu untuk berpartisipasi dalam penelitian ini. Kontribusi mereka sangat membantu dalam pengumpulan data dan analisis yang dilakukan. Terakhir, penghargaan yang tulus diberikan kepada keluarga, sahabat, dan rekan-rekan yang selalu memberikan dukungan moral dan motivasi selama proses penyelesaian penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Asmara, L. Judijanto, I. P. A. D. Hita, and K. Saddhono, "Media Pembelajaran Berbasis Teknologi: Apakah Memiliki Pengaruh terhadap Peningkatan Kreativitas pada Anak Usia Dini?," *J. Obs. J. Pendidik. Anak Usia Dini*, vol. 7, no. 6, pp. 7253–7261, 2023.
- [2] D. A. N. Interaksi, S. Siswa, and S. Dasar, "3 1,2,3," vol. 10, 2025.
- [3] S. Daulay and R. Wandri, "Integrating K - Means Clustering and K - Nearest Neighbor Classification for Effective Scholarship Recipient Selection," vol. 14, pp. 235–248, 2025.
- [4] T. D. Soesilo, Y. Windrawanto, and F. Kristin, "Penerapan Model Problem Based Learning dan Penggunaan Board Game Career Racing Dalam Peningkatan Kematangan Karier Peserta Didik," pp. 93–100, 2021.
- [5] I. Permatasari, B. P. Hakim, and F. Achmad, "Pendekatan K-Means Clustering untuk Evaluasi Kinerja Mahasiswa dalam Sistem Project-Based Learning Berdasarkan Motivasi dan Kemampuan Pemecahan Masalah," vol. 16, no. 1, pp. 16–24, 2025.
- [6] S. A. Syuhada, S. H. Hasanah, and P. S. Statistika, "Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pengangguran di Indonesia dengan pendekatan principal component analysis (pca) dan analysis profile," vol. 2, no. 1, pp. 1134–1150, 2025.
- [7] P. P. Jenis and B. Apel, "IMPLEMENTASI MECHINE LEARNING PADA HYBRID INTELLIGENCE SISTEM MENGGUNAKAN METODE," vol. 4307, no. 1, pp. 685–690, 2025.
- [8] R. Oktavianoor, J. D. Dalam, and S. Airlangga, "Kesenjangan Digital Akibat Kondisi Demografis di Kalangan Masyarakat Rural Digital Gap caused by Demographic Condition among Rural Society," *N. J. Inf. Libr. Sci.*, vol. 11, no. 1, pp. 9–57, 2020.
- [9] S. Feby, A. Muqtadiroh, S. Kom, and A. Herdiyanti, "Analysis Of Factors That Affecting User Continuance Intention Of E-Learning On Lecturer Perspective (Case Study: Share ITS)," 2016.
- [10] E. I. Wati *et al.*, "Pengembangan Media Mobile Learning," vol. 1, no. May, pp. 291–304, 2017.
- [11] A. Sauddin and N. S. Ramadhani, "Analisis pengaruh keterampilan mengajar, emosi mahasiswa, tekanan akademik dan," *J. Msa*, vol. 6, no. 1, pp. 6–12, 2018.
- [12] B. Kognitif, S. Pada, M. Biografi, and K. Rasyidin, "Penerapan Media Leaflet Berbasis ICT Untuk Meningkatkan Minat Dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Pada Materi Biografi Khulafaur Rasyidin," vol. 2, pp. 189–200, 2022.
- [13] S. D. I. Kelas, "1 , 2 , 3 1," vol. 10, 2025.
- [14] K. S. Arlandy *et al.*, "Mengoptimalkan Kinerja Naïve Bayes Pada Ancaman Modern Dengan Menggunakan PCA Pada Data Intrusion Detection System (IDS)," vol. 8, no. 1, 2025.
- [15] M. Mahda, R. Kurniawan, and T. Suprapti, "Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD Optimalisasi Algoritma K-Means untuk Analisis pengelompokan Data Jurusan Siswa Baru Berbasis Numerical Measure Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD," vol. 8, pp. 25–35, 2025.
- [16] M. Abualkibash, "Machine Learning in Network Security Using KNIME Analytics," *Int. J. Netw. Secur. Its Appl.*, vol. 11, no. 5, pp. 1–14, 2019.
- [17] T. L. Nikmah, N. H. S. Harahap, G. C. Utami, and M. M. Razzaq, "Customer Segmentation Based on Loyalty Level Using K-Means and LRFM Feature Selection in Retail Online Store," *J. ELTIKOM*, vol. 7, no. 1, pp. 21–28, Jun. 2023.