

# Penerapan Algoritma K-Means untuk Mengetahui Pola Belajar Siswa TK: Analisis Strategi Menuju Transformasi Pembelajaran Anak Usia Dini

Ika Khairunnisa<sup>1\*</sup>, Bambang Irawan<sup>2</sup>, R.M Herdian Bhakti<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universitas Muhadi Setiabudi Brebes ; ikakhairunnisa8@gmail.com

<sup>2</sup> Universitas Muhadi Setiabudi Brebes ; bambangumus@gmail.com

<sup>3</sup> Universitas Muhadi Setiabudi Brebes ; bhakti@umc.ac.id

**Abstrak:** Di tingkat Taman Kanak-Kanak (TK), setiap anak memiliki latar belakang, kemampuan, dan gaya belajar yang berbeda, sehingga diperlukan strategi pembelajaran yang adaptif agar setiap anak dapat berkembang secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode K-Means dalam menentukan kelompok belajar di TK Aisyiyah Bustanul Athfal Wangandawa. Metode K-Means digunakan untuk mengelompokkan anak berdasarkan kemampuan dasar seperti menulis, membaca, dan berhitung sehingga proses pembelajaran dapat lebih terarah dan efektif. Penerapan clustering ini juga memudahkan pendidik dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih responsif terhadap kebutuhan anak. Dengan demikian, penggunaan metode K-Means dalam pembentukan kelompok belajar di TK dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kualitas pendidikan anak usia dini secara sistematis dan berbasis data.

**Keywords:** Kemampuan, Kelompok belajar, *K-Means*

DOI: <https://doi.org/10.47134/jacis.v5i2.129>

\*Correspondensi: Ika Khairunnisa

Email: ikakhairunnisa8@gmail.com

Receive: 8 September 2025

Accepted: 24 September 2025

Published: 9 Oktober 2025



**Copyright:** © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstrak:** At the Kindergarten (TK) level, each child has a different background, abilities, and learning styles, so adaptive learning strategies are needed so that each child can develop optimally. This study aims to apply the K-Means method in determining study groups at Aisyiyah Bustanul Athfal Wangandawa Kindergarten. The K-Means method is used to group children based on basic abilities such as writing, reading, and arithmetic so that the learning process can be more focused and effective. The application of this clustering also makes it easier for educators to design learning strategies that are more responsive to children's needs. Thus, the use of the K-Means method in forming study groups in kindergarten can be a solution to improve the quality of early childhood education systematically and based on data.

**Keywords:** Ability, Study Group, *K-Means*

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi pada era digital saat ini membawa pengaruh yang signifikan dalam berbagai aspek, termasuk bidang pendidikan. Teknologi tidak hanya berfungsi sebagai media pembelajaran, tetapi juga sebagai alat bantu dalam pengelolaan data siswa agar proses belajar mengajar menjadi lebih efektif dan efisien [1][2]. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah data mining, khususnya algoritma *clustering* K-

Means, yang mampu mengelompokkan data berdasarkan kemiripan karakteristik tertentu[3].

Anak usia dini berada pada fase perkembangan yang sangat menentukan arah tumbuh kembang individu. Pada periode ini, berbagai aspek fundamental seperti kemampuan kognitif, sosial, emosional, dan fisik mulai terbentuk secara signifikan[4]. Oleh karena itu, pendidikan pada jenjang Taman Kanak-Kanak (TK) memiliki peran penting dalam mengembangkan kemampuan dasar anak, meliputi membaca, menulis, berhitung, serta keterampilan sosial dan emosional[5]. Mengingat setiap anak memiliki tingkat kemampuan dan gaya belajar yang berbeda, penerapan metode pembelajaran yang seragam sering kali kurang efektif. Guru perlu mengelompokkan siswa berdasarkan kemampuan mereka agar proses pembelajaran lebih optimal dan sesuai kebutuhan masing-masing[6][7].

Pendidikan memegang peran penting dalam membentuk kemampuan dan karakter anak sejak usia dini. Pada jenjang Taman Kanak-Kanak (TK), kegiatan pembelajaran bertujuan mengembangkan kemampuan dasar, seperti membaca, menulis, berhitung, serta ketrampilan sosial dan emosional[8]. Mengingat setiap anak memiliki tingkat kemampuan dan gaya belajar yang berbeda, penerapan metode pembelajaran yang sama untuk semua anak tidak selalu efektif. Oleh karena itu, guru perlu mengelompokkan siswa berdasarkan kemampuan mereka agar proses pembelajaran dapat berjalan lebih optimal dan sesuai dengan kebutuhan masing-masing anak [9].

Ketidaksamaan kemampuan siswa dalam satu kelas merupakan tantangan umum di dunia pendidikan. Perbedaan dalam cara belajar, tingkat penguasaan materi, hingga kesiapan mengikuti pelajaran sehingga guru menghadapi tantangan dalam menentukan strategi pembelajaran yang tepat. Kondisi ini seringkali menimbulkan kesenjangan pada hasil belajar antar siswa [10]. Kesenjangan ini dapat berdampak pada kualitas pembelajaran secara keseluruhan, karena tujuan utama pendidikan di tingkat dasar terutama di Taman Kanak-Kanak (TK) adalah memberikan fondasi yang merata bagi perkembangan anak. Saat ini TK Aisyiyah Bustanul Athfal Wangandawa belum memiliki sistem yang mampu mengelompokkan siswa secara objektif berdasarkan kemampuan dan kebutuhan belajar mereka. Selama ini, proses pembentukan kelompok masih dilakukan secara manual oleh guru melalui pengamatan sehari-hari dikelas. Akibatnya, hasil pengelompokan sering kali kurang konsisten dan tidak sepenuhnya mencerminkan kemampuan nyata siswa. Mengingat jumlah siswa yang beragam serta perbedaan perkembangan tiap anak, guru akan mengalami kesulitan ketika menganalisis data anak sekaligus [11].

Penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas metode K-Means dalam bidang pendidikan. Misalnya penelitian oleh [12] berhasil mengelompokkan siswa SMA ke dalam tiga kategori kemampuan berdasarkan nilai ujian nasional. Hasilnya dimanfaatkan untuk menentukan siswa yang memerlukan bimbingan belajar tambahan. Penelitian tersebut berfokus pada jenjang SMA dengan indikator nilai ujian nasional. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan *K-Means* pada tingkat TK dengan variabel berbeda, yaitu usia, kemampuan membaca, menulis, dan berhitung, sehingga hasil pengelompokan dapat membantu guru dalam merancang strategi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan anak.

Hasil survei yang dilakukan di TK Aisyiyah Bustanul Athfal Wangandawa menunjukkan bahwa guru dan orang tua masih mengalami keterbatasan dalam memahami perbedaan

kemampuan belajar anak. Seringkali, siswa dengan kemampuan membaca, menulis, atau berhitung yang rendah baru terdeteksi setelah terlihat mengalami hambatan dalam mengikuti pembelajaran di kelas. Selain itu, belum tersedia sistem yang mampu mengelompokkan data siswa berdasarkan tingkat kemampuan belajar, sehingga proses pembelajaran masih dilakukan secara umum tanpa memperhatikan perbedaan karakteristik perkembangan anak.

Pengelompokan siswa yang bersifat umum ini menimbulkan beberapa kendala, di antaranya anak yang memiliki kemampuan lebih tinggi tidak memperoleh tantangan yang sesuai, sementara anak yang kemampuannya lebih rendah cenderung tertinggal dalam memahami materi. Kondisi ini dapat menghambat efektivitas proses pembelajaran di kelas[13].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini berfokus pada penerapan metode K-Means Clustering untuk mengelompokkan siswa TK Aisyiyah Bustanul Athfal Wangandawa berdasarkan variabel usia, kemampuan membaca, menulis, dan berhitung. Pendekatan ini diharapkan dapat menghasilkan gambaran pola kemampuan belajar anak yang lebih objektif, sehingga membantu guru merancang kelompok belajar yang seimbang dan strategi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing siswa. Dengan cara ini, penelitian tidak hanya menguji penerapan algoritma K-Means, tetapi juga memberikan kontribusi dalam mendukung transformasi pembelajaran anak usia dini.

## METODE

Perancangan kelompok belajar di TK Aisyiyah Bustanul Athfal Wangandawa dilakukan dengan menerapkan metode K-Means Clustering. Proses ini meliputi beberapa tahapan utama, yakni pengumpulan data, pra-pemrosesan, penentuan jumlah klaster, pelaksanaan *clustering* menggunakan aplikasi RapidMiner, serta interpretasi hasil pengelompokan.

Penelitian ini melibatkan 112 siswa TK Aisyiyah Bustanul Athfal Wangandawa dengan empat variabel utama, yaitu usia, kemampuan membaca, menulis, dan berhitung. Sebelum dianalisis, data melalui tahap pembersihan (*cleaning*), transformasi ke bentuk numerik, serta normalisasi agar setiap variabel berada pada skala nilai yang seimbang.

Analisis data dilakukan dengan algoritma K-Means Clustering yang merupakan bagian dari pendekatan *unsupervised learning*. Jumlah klaster ditetapkan sebanyak dua kategori, yaitu kelompok dengan kemampuan tinggi dan kelompok dengan kemampuan rendah. Parameter analisis meliputi jumlah klaster ( $K = 2$ ), penggunaan *Euclidean Distance* sebagai ukuran jarak, serta maksimum iterasi sebanyak 100 kali. Hasil pengelompokan kemudian dievaluasi dan divisualisasikan dalam bentuk *scatter plot* untuk memudahkan interpretasi.

### Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini bertujuan memperoleh informasi yang akurat mengenai kemampuan dasar siswa TK Aisyiyah Bustanul Athfal Wangandawa, khususnya pada aspek membaca, menulis, dan berhitung. Teknik yang digunakan meliputi wawancara, observasi, dan tes kemampuan siswa.

### 1. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan guru kelas untuk memperoleh informasi tambahan mengenai karakteristik, kemampuan, dan perilaku belajar siswa. Guru dipilih sebagai narasumber karena memiliki pengetahuan langsung terkait perkembangan akademik dan sosial setiap anak. Informasi dari wawancara digunakan untuk memverifikasi hasil observasi dan tes, sekaligus memberikan masukan dalam interpretasi hasil *clustering* K-Means.

### 2. Observasi

Observasi dilakukan secara langsung di kelas selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Peneliti mencatat kemampuan siswa dalam membaca, menulis, dan berhitung untuk memperoleh gambaran nyata mengenai aktivitas belajar. Observasi ini juga membantu memahami konteks lingkungan belajar, sehingga pengelompokan siswa tidak hanya didasarkan pada data numerik, tetapi juga mempertimbangkan kondisi nyata di kelas.

### 3. Tes Kemampuan Siswa

Setelah observasi awal, siswa diberikan tes tertulis dan praktik terstruktur untuk menilai kemampuan membaca, menulis, dan berhitung. Tes membaca mencakup pengenalan huruf, pembacaan kata, dan bacaan sederhana. Tes menulis meliputi penulisan huruf, kata, hingga penyusunan kalimat sederhana. Tes berhitung meliputi pengenalan angka, menghitung benda, serta operasi penjumlahan dan pengurangan sederhana. Hasil tes dikonversi menjadi skor numerik yang kemudian digunakan sebagai variabel input dalam proses K-Means, sehingga dapat mencerminkan tingkat kemampuan siswa pada ketiga aspek tersebut.

Setelah data dikumpulkan dalam bentuk Excel, peneliti melakukan proses pengolahan awal untuk memastikan keakuratan dan kelengkapan informasi sebelum dianalisis lebih lanjut. Data tersebut kemudian diproses menggunakan *software* RapidMiner untuk menerapkan metode *clustering* pada siswa serta menganalisis hasil pengelompokan guna mengidentifikasi kelompok belajar yang terbentuk.



**Gambar 1.** Teknik analisis data

Berdasarkan gambar 1, teknik analisis yang digunakan terdiri dari empat tahapan utama. Pertama, dilakukan pra-pemrosesan data (data preprocessing) untuk menyiapkan data yang akan dianalisis. Kedua, peneliti menentukan nilai atau jumlah kluster yang akan digunakan sebagai dasar pengelompokan. Ketiga, dilakukan proses clustering dengan algoritma K-Means, sehingga data siswa dapat terbagi ke dalam kluster sesuai kesamaan karakteristik. Terakhir, hasil kluster dievaluasi dan diinterpretasikan untuk menilai kualitas pengelompokan serta merumuskan strategi pembelajaran yang lebih sesuai dengan kebutuhan anak

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari siswa TK Aisyiyah Bustanul Athfal Wangandawa dengan jumlah total 112 siswa. Variabel yang dianalisis dalam penelitian terdiri atas usia, kemampuan membaca, kemampuan menulis, dan kemampuan berhitung. Keempat variabel tersebut dipilih karena mampu mencerminkan keterampilan dasar yang harus dikuasai anak usia dini sebelum melanjutkan ke jenjang pendidikan selanjutnya. Tabel 1 adalah gambaran dataset yang digunakan.

**Tabel 1.** Data Kelompok belajar siswa

No	Nama	Umur	Menulis	Membaca	Menghitung
1.	Abbad Nailun	7 Tahun	90	90	90
2.	Abil Shidiq Al-Yasin	6 Tahun	80	80	100
3.	Adzril Duha Al F	6 Tahun	90	80	80
4.	Ahmad Fikri A	7 Tahun	60	60	90
5.	Ahmad Gibran Fauzi	5 Tahun	70	60	80
6.	Ahsanu Amala N.R	5 Tahun	90	80	80
7.	Ainayya F	6 Tahun	80	70	100
8.	Ainayya Shanum	6 Tahun	80	80	90
9.	Akhmad Athaya M	7 Tahun	100	90	80
10.	Akhmad Ramdani	7 Tahun	100	100	80
.....					
112.	Zhelvia Natahsa M	6.3 tahun	80	70	90

Sebelum dianalisis dengan *K-Means*, data disusun dalam format excel dengan kolom: Usia, Membaca, Menulis, dan Berhitung. Kemudian file disimpan dalam format Excel (.xlsx) atau CSV (.csv). Selanjutnya data akan diproses pada aplikasi *RapidMiner*. Proses pengolahan meliputi normalisasi data dan pembentukan *cluster* untuk memperoleh kelompok anak berdasarkan kesamaan karakteristik kemampuan dasarnya.

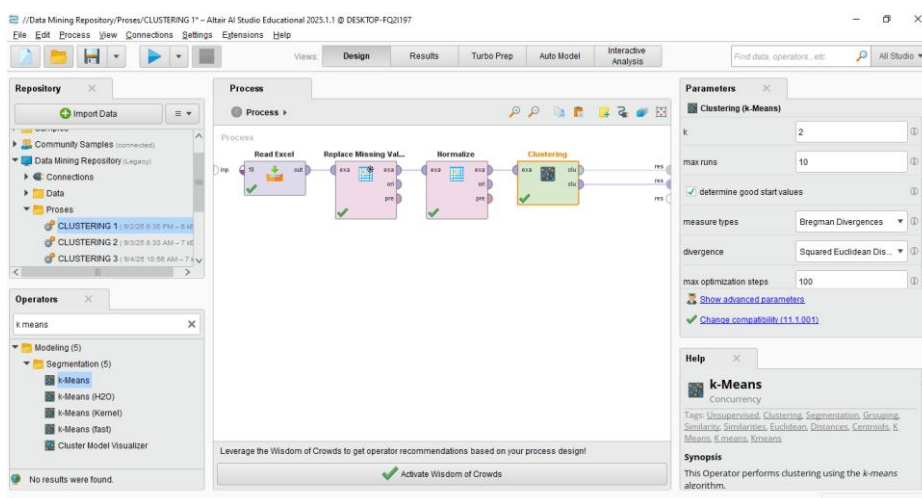
Dalam penelitian ini jumlah *cluster* ditentukan sebanyak dua *cluster*, yaitu:

1. *Cluster* 1: Para siswa dengan kemampuan tinggi pada aspek membaca, menulis, dan berhitung.
2. *Cluster* 2: Para siswa dengan kemampuan sedang hingga rendah yang membutuhkan bimbingan tambahan.

Penentuan jumlah cluster didasarkan pada kebutuhan praktis sekolah, yakni untuk membedakan kelompok siswa yang sudah cukup mampu dengan kelompok yang masih membutuhkan perhatian lebih.

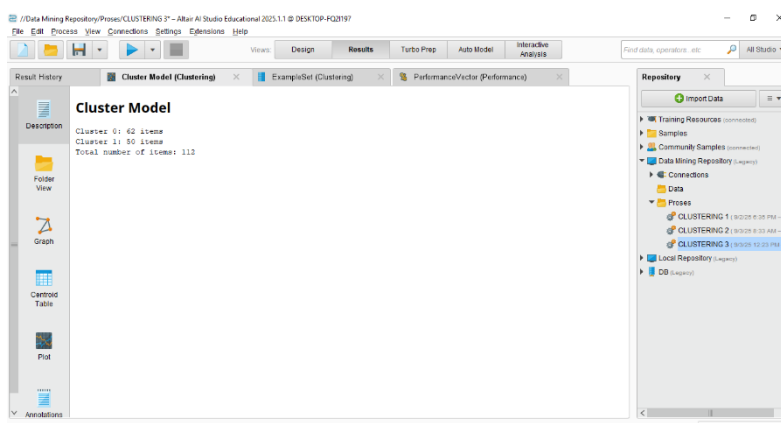
### Hasil Perhitungan K-Means dengan RapidMiner

Setelah melalui tahap seleksi atribut dan normalisasi, data siswa kemudian dianalisis menggunakan algoritma K-Means pada aplikasi *RapidMiner*. Untuk mengatasi data kosong akan digunakan perintah *Replace Missing Values* pada *RapidMiner*. Sedangkan *Normalized* digunakan untuk melakukan normalisasi datanya. Jumlah *cluster* yang digunakan dalam penelitian ini adalah dua. Karena proses analisis menghasilkan model klaster yang menambahkan atribut baru pada data yang digunakan, maka setiap siswa diberi label sesuai keanggotaannya dalam klaster, yaitu *Cluster 0* dan *Cluster 1*. Gambar 2 adalah proses clustering yang didapatkan dengan menggunakan aplikasi *RapidMiner*.



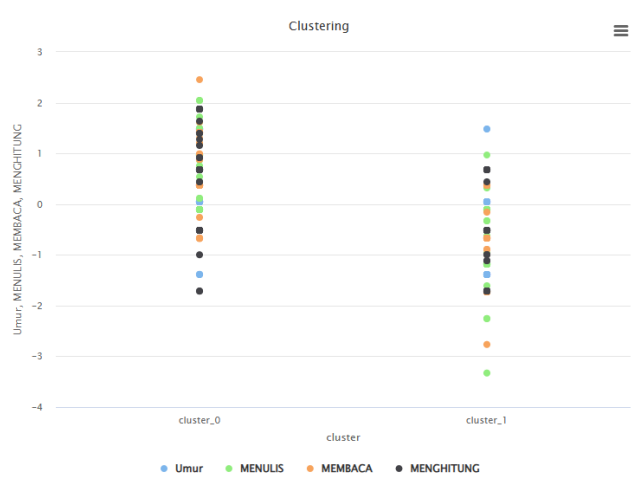
Gambar 2. Proses clustering

Untuk mengetahui jumlah siswa pada setiap cluster akan digunakan perintah *Cluster Model* dan *Result Viewer* seperti yang terdapat pada Gambar 3.



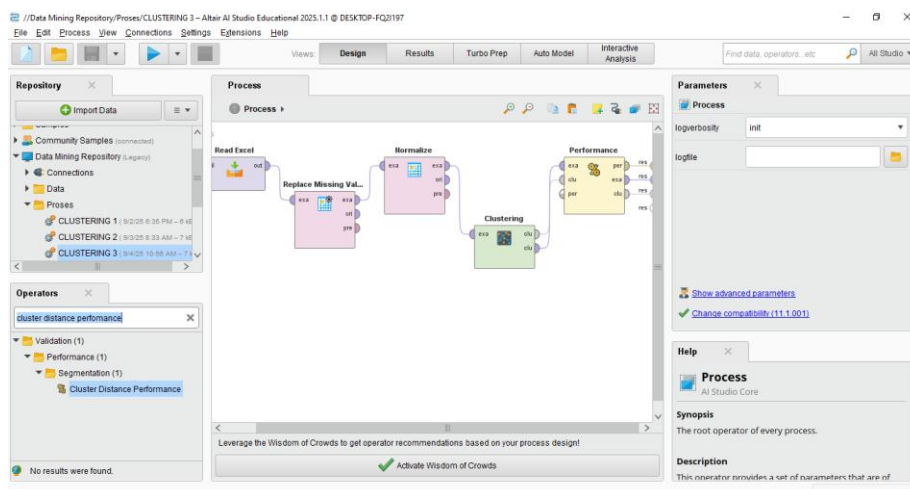
Gambar 3. Cluster Model

Hasil pengelompokan ini tidak hanya ditampilkan dalam seperti Gambar 3, tetapi juga divisualisasikan melalui *scatter plot* sehingga perbedaan antar kelompok lebih mudah diamati seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil scatter plot

Selanjutnya untuk memastikan kualitas dari hasil yang didapatkan, dilakukan evaluasi menggunakan *Cluster Distance Performance* untuk mengukur kedekatan data dengan pusat centroidnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Evaluasi ini menunjukkan bahwa kedua klaster yang terbentuk memiliki pemisahan yang cukup jelas, sehingga hasilnya dapat dijadikan dasar dalam menganalisis pola belajar siswa.



Gambar 5. Proses cluster distance performance

Selain diukur dengan cluster distance performance, akan dihitung pula distribusi terhadap jumlah masing-masing cluster melalui persamaan (1)

$$\text{Presentase} = \frac{\text{Jumlah Cluster}}{\text{Total Anak}} \times 100\% \quad \dots \text{Persamaan (1)}$$

Berdasarkan perhitungan dengan persamaan (1) diketahui bahwa:

- a. Cluster 0 merepresentasikan kelompok siswa dengan nilai *centroid* yang lebih tinggi pada variabel membaca, menulis, dan berhitung, sehingga dapat dikategorikan sebagai

kelompok dengan kemampuan belajar tinggi. Anak-anak di klaster ini cenderung lebih siap mengikuti pembelajaran dan dapat diberikan tantangan tambahan untuk mengoptimalkan potensi mereka.

- b. *Cluster 1* memiliki centroid lebih rendah pada variabel yang sama sehingga dapat digolongkan sebagai kelompok dengan kemampuan belajar rendah. Anggota pada cluster ini cenderung lebih membutuhkan perhatian lebih, baik melalui pendampingan intensif maupun strategi pembelajaran yang lebih adaptif agar tidak tertinggal dari teman sebayanya.

Berdasarkan hasil pengelompokan tersebut diketahui bahwa penerapan algoritma K-Means mampu memberikan gambaran objektif mengenai perbedaan kemampuan siswa di tingkat TK. Informasi ini penting bagi guru untuk merancang kelompok belajar yang lebih seimbang serta menyusun strategi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing anak.

### **Pembahasan**

Hasil pengelompokan siswa menunjukkan dua kluster yaitu klaster kemampuan tinggi dan klaster kemampuan rendah. Pemisahan ini membuktikan bahwa algoritma K-Means dapat menangkap perbedaan internal siswa pada variabel membaca, menulis, dan berhitung.

Siswa dalam klaster kemampuan tinggi memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi di ketiga variabel dibandingkan klaster lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa mereka lebih siap dalam menerima materi pembelajaran dan cenderung lebih cepat menangkap konsep baru. Sebaliknya, siswa dalam klaster kemampuan rendah memiliki skor lebih rendah dan menunjukkan kebutuhan untuk intervensi khusus dalam proses pembelajaran agar tidak tertinggal.

Perbedaan semacam ini konsisten dengan konsep *differentiated instruction* di pendidikan anak usia dini, yaitu pemberian penyesuaian metode pembelajaran berdasarkan kebutuhan individu siswa[14],[15]. Di Indonesia, pendekatan pembelajaran berdiferensiasi telah diaplikasikan di TK dan sekolah dasar untuk mengakomodasi perbedaan kemampuan siswa [15].

Penggunaan algoritma K-Means sebagai metode clustering di bidang pendidikan terbukti populer dalam penelitian terkini. Contohnya, sebuah studi menggunakan K-Means untuk mengelompokkan siswa berdasarkan performa akademik dan menghasilkan profil siswa yang berguna bagi intervensi pembelajaran[16]. Selain itu, penelitian pendidikan menerapkan kombinasi K-Means dengan metode evaluasi jarak cluster untuk memperkuat validasi klaster[17].

Metode K-Means bekerja dengan meminimalkan *within-cluster sum of squares (WCSS)* dan menggunakan Euclidean distance sebagai ukuran jarak antar titik data[17]. Keunggulan utama adalah kesederhanaannya dan efisiensi dalam mengolah dataset numerik. Namun, kelemahannya terletak pada kepekaan terhadap nilai awal centroid dan jumlah klaster yang harus ditetapkan sejak awal, sehingga perlu evaluasi internal agar hasil klaster lebih valid.

Berdasarkan karakteristik klaster, guru dapat merancang strategi pembelajaran berbeda:

- a. Klaster kemampuan tinggi: siswa pada klaster ini dapat diberikan materi pengayaan atau tantangan ekstra agar kemampuan mereka terus berkembang.

- b. Klaster kemampuan rendah: siswa memerlukan pendampingan intens, penggunaan media konkret, dan pengulangan materi agar pemahaman dasar lebih kuat.

Pendekatan ini sejalan dengan implementasi *differentiated learning melalui aktivitas bermain* yang terbukti meningkatkan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik pada anak usia dini[14]. Dengan memanfaatkan informasi dari klaster, guru dapat menerapkan *data-driven learning design* agar transformasi pembelajaran di TK menjadi lebih adaptif dan responsif terhadap kebutuhan anak.

## SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan algoritma K-Means Clustering efektif dalam mengelompokkan siswa TK Aisyiyah Bustanul Athfal Wangandawa berdasarkan kemampuan dasar membaca, menulis, dan berhitung. Hasil pengelompokan menghasilkan dua klaster utama, yaitu kelompok siswa dengan kemampuan tinggi dan kelompok siswa dengan kemampuan rendah. Klaster pertama menggambarkan kesiapan belajar yang lebih baik, sedangkan klaster kedua menunjukkan perlunya pendampingan intensif dan penerapan strategi pembelajaran yang lebih adaptif. Dengan dukungan hasil analisis objektif dari algoritma K-Means, guru tidak hanya mampu melihat variasi kemampuan siswa secara lebih akurat, tetapi juga dapat menerapkan pembelajaran berdiferensiasi sebagai bentuk transformasi pendidikan anak usia dini.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan variabel nonkognitif seperti aspek sosial, emosional, dan kreativitas anak agar model klaster lebih komprehensif. Selain itu, penggunaan algoritma lain seperti *DBSCAN* atau *Gaussian Mixture Models* dapat menjadi alternatif untuk mengatasi keterbatasan K-Means yang bergantung pada jumlah klaster awal.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa integrasi teknologi analitik dalam konteks pendidikan anak usia dini berpotensi besar dalam meningkatkan mutu proses pembelajaran dan mendukung terciptanya lingkungan belajar yang lebih inklusif, adaptif, dan berkeadilan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Tige Kati *et al.*, "Penerapan K-Means Clustering untuk Mengelompokkan Performa Siswa dalam Pelajaran Bahasa Indonesia," *Sustain. Agric. Technol. Innov.*, vol. 3, no. 1, pp. 510–522, 2024.
- [2] M. M. Muttaqin, Wahyu Wijaya Widiyanto, A. W. Green Ferry Mandias, Stenly Richard Pungus, S. A. H. Wiranti Kusuma Hapsari, E. F. B. Aslam Fatkhudin, Pasnur, and N. S. Mochammad Anshori, Suryani, *Pengenalan Data Mining*, no. July. 2023.
- [3] N. Hendrastuty, "Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Clustering Dalam Evaluasi Hasil Pembelajaran Siswa," *J. Ilm. Inform. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 46–56, 2024, doi: 10.58602/jima-ilkom.v3i1.26.
- [4] K. Komari and A. Aslan, "Menggali Potensi Optimal Anak Usia Dini: Tinjauan Literatur," *J. Ilm. Edukatif*, vol. 11, no. 01, pp. 68–78, 2025, doi: 10.37567/jie.v11i1.3605.
- [5] H. Hapidin, Y. Pujianti, and N. Dhieni, "Apa yang Dipikirkan Orang Tua: Perspektif

- Kesiapan Sekolah," *PAUDIA J. Penelit. dalam Bid. Pendidik. Anak Usia Dini*, vol. 13, no. 2, pp. 334–350, 2024, doi: 10.26877/paudia.v13i2.1083.
- [6] R. Fauzi, A. Usman, N. N. Hayati, and M. D. Nasihudin, "Pengelompokan Gaya Belajar Secara Homogen dalam Mendukung Pembelajaran Diferensiasi Proses Siswa," *J. Teknol. Pendidik.*, vol. 1, no. 2, p. 9, 2023, doi: 10.47134/jtp.v1i2.77.
- [7] W. Herwina, "Optimalisasi Kebutuhan Murid Dan Hasil Belajar Dengan Pembelajaran Berdiferensiasi," *Perspekt. Ilmu Pendidik.*, vol. 35, no. 2, pp. 175–182, 2021, doi: 10.21009/pip.352.10.
- [8] K. Tedjawati, L. S. Sari, F. J. M. R. Astuti, and U. T. Rahmadi, *Model Pendidikan Anak Usia Dini Satu Tahun Sebelum Sekolah Dasar: Kajian Pendidikan Anak Usia Dini, Nonformal dan Informal dan Pendidikan Masyarakat*. 2023.
- [9] M. Hasanah, *Penerapan Kelompok Belajar Dalam Pembelajaran Tematik Siswa Kelas V Pada Masa Pandemi Di Madrasah Ibtidaiyah Al Fattah Serut 06 Jember*. 2021.
- [10] R. D. ANGGRAENI, "PENERAPAN ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING UNTUK PEMBENTUKAN ROMBONGAN BELAJAR BERDASARKAN HASIL BELAJAR SISWA," vol. 4, no. 02, pp. 7823–7830, 2024.
- [11] F. R. Rahman, H. Windayana, and I. O. Agustina, "Pengaruh Kelompok Belajar dalam Menumbuhkan Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar di Masa Pandemi Covid-19," *Aulad J. Early Child.*, vol. 4, no. 3, pp. 299–305, 2022, doi: 10.31004/aulad.v4i3.233.
- [12] Silvia Ningsih, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering Untuk Menentukan Kelas Kelompok Bimbingan Belajar Tambahan," *J. Sist. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 73–82, 2022, doi: 10.32546/jusin.v3i2.1961.
- [13] I. I. J. Rifka Alkhilyatul Ma'rifat, I Made Suraharta, "Analisis pembagian kelompok belajar untuk meningkatkan hasil belajar siswa," vol. 2, pp. 306–312, 2024.
- [14] I. Astuti and A. R. Afendi, "Implementation of Differentiated Learning Through Play Activities in Early Childhood," *EduLine J. Educ. Learn. Innov.*, vol. 2, no. 3, pp. 358–365, 2022, doi: 10.35877/454ri.eduline1264.
- [15] R. Ristiyati, I. Maryani, and S. Suyatno, "Differentiated Instruction in Indonesian Private Kindergartens: Challenges in Implementing an Independent Curriculum," *Int. J. Educ. Manag. Innov.*, vol. 4, no. 3, pp. 209–223, 2023, doi: 10.12928/ijemi.v4i3.8967.
- [16] S. J. S. Alawi, I. N. M. Shaharane, and J. M. Jamil, "Clustering Student Performance Data Using k-Means Algorithms," *J. Comput. Innov. Anal.*, vol. 2, no. 1, pp. 41–55, 2023, doi: 10.32890/jcia2023.2.1.3.
- [17] K. Ouassif, B. Ziani, J. Herrera-Tapia, and C. A. Kerrache, "Empowering Education: Leveraging Clustering and Recommendations for Enhanced Student Insights," *Educ. Sci.*, vol. 15, no. 7, pp. 1–14, 2025, doi: 10.3390/educsci15070819.