Available online at http://jos.unsoed.ac.id/index.php/skewness/

e-ISSN: 3047-3284

SKEWNESS
Jurnal Statistika, Aktuaria dan Sains Data
Volume 3, No. 1, April 2026

Pengelompokan Lembaga Pendidikan Nonformal di Kabupaten Banyumas Berdasarkan Usia dan Jumlah Siswa Menggunakan Algoritma *k-Means*

Sahla Yura Firdaus[1*], Lilik Muzdalifah[2]

[1,2] *Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia*

E-mail Koresponden: sahla.firdaus@mhs.unsoed.ac.id

Abstrak. Kajian ini bertujuan untuk mengelompokkan lembaga pendidikan nonformal berdasarkan klasterisasi rata-rata usia siswa di tiap jenjang program (Paket A, B, dan C) serta jumlah siswa, guna memperoleh pemetaan profil lembaga yang lebih spesifik. Metode yang digunakan adalah klastering dengan algoritma K-Means, didahului oleh proses standarisasi data menggunakan Z-*score* untuk menyamakan skala antar variabel. Hasil analisis menghasilkan tiga kelompok lembaga dengan karakteristik yang berbeda-beda. Kelompok pertama (Klaster 1) memiliki jumlah siswa yang relatif besar serta usia siswa Paket A yang lebih tua, yang menunjukkan potensi pelayanan untuk kalangan dewasa di Paket A. Kelompok kedua (Klaster 2) ditandai dengan jumlah siswa lebih sedikit, usia lebih muda pada Paket A dan B, namun lebih tua pada Paket C, menunjukkan fokus layanan bagi peserta dewasa khususnya di Paket C. Sementara itu, kelompok ketiga (Klaster 3) memiliki jumlah siswa yang mendekati rata-rata, dengan usia lebih muda pada Paket A dan C, serta sedikit lebih tua pada Paket B, mencerminkan lembaga dengan profil usia siswa yang lebih merata. Hasil ini dapat menjadi dasar dalam merancang strategi layanan pendidikan nonformal yang lebih terarah serta mendukung kebijakan yang disesuaikan dengan karakteristik lembaga masing-masing.

Kata kunci: *pendidikan nonformal, klasterisasi, K-Means, Z-score, profil lembaga*

1 Pendahuluan

Pendidikan berperan penting dalam meningkatkan mutu sumber daya manusia serta menjadi pilar utama pembangunan bangsa. Di era globalisasi dan kemajuan teknologi yang cepat, pendidikan tidak hanya terbatas pada jalur formal seperti sekolah dasar hingga perguruan tinggi, tetapi juga mencakup pendidikan nonformal yang berlangsung di luar

sistem resmi. Pendidikan nonformal bertujuan untuk menyediakan layanan belajar yang lebih fleksibel, sehingga dapat menjangkau berbagai lapisan masyarakat, khususnya mereka yang tidak memiliki kesempatan penuh untuk mengikuti pendidikan formal [1].

Di Indonesia, penyelenggaraan pendidikan nonformal diatur dalam Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional. Pendidikan nonformal mencakup berbagai bentuk, antara lain Pusat Kegiatan Belajar Masyarakat (PKBM), Lembaga Kursus dan Pelatihan (LKP), Sanggar Kegiatan Belajar (SKB), hingga lembaga keterampilan lainnya [2] . Keragaman tersebut sekaligus menjadi peluang dan tantangan dalam merancang program yang sesuai serta bermanfaat.

Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah, terdapat banyak lembaga pendidikan non formal, terutama PKBM dan SKB, yang aktif menyelenggarakan berbagai program seperti Paket A, B, dan C. Data dari Dinas Pendidikan Kabupaten Banyumas menunjukkan bahwa siswa pada PKBM dan SKB memiliki latar belakang usia yang beragam, mulai dari remaja hingga dewasa muda, dengan jumlah peserta yang juga bervariasi di setiap lembaga. Selain itu, program pendidikan yang ditawarkan pun menunjukkan variasi yang cukup luas.

Atas dasar hal tersebut, dilakukan analisis terhadap data siswa pada lembaga pendidikan nonformal untuk menemukan pola-pola tertentu dengan menggunakan metode klasterisasi. Kajian ini bertujuan untuk mengelompokkan siswa ke dalam beberapa kelompok berdasarkan kesamaan karakteristik, sehingga Dinas Pendidikan dapat memperoleh gambaran yang lebih sistematis dan mendalam. Pengelompokan siswa berdasarkan rata-rata usia per jenjang program serta jumlah siswa dilakukan dengan menggunakan teknik klasterisasi. Metode ini bertujuan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa klaster, di mana objek-objek dengan karakteristik yang serupa ditempatkan dalam satu kelompok, sedangkan objek yang memiliki perbedaan dimasukkan ke klaster lainnya [3].

2 Metodologi

Tahapan awal klasterisasi dimulai dengan statistika deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan pola umum data, termasuk ukuran pemusatan dan penyebaran, sebelum dilakukan standarisasi sebagai prasyarat penerapan metode klastering.

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif merupakan metode dalam statistika yang digunakan untuk menyusun, merangkum, serta menyajikan data agar lebih mudah dipahami. Terdapat tiga kategori utama dalam statistika deskriptif, yaitu ukuran frekuensi (*frequency* dan *percentage*), ukuran pemusatan (*mean, median,* dan modus), serta ukuran penyebaran (*variance, standard deviation, standard error, quartile, interquartile range, percentile, range,* dan *coefficient of variation*) [4].

Berikut definisi dari beberapa informasi statistika deskriptif, diantaranya:

a. N adalah jumlah data yang digunakan dalam analisis.

b. *Minimum* adalah nilai terkecil pada variabel.

c. *Maximum* adalah nilai terbesar pada variabel.

d. *Mean* adalah nilai rata-rata (jumlah semua nilai dibagi jumlah data).

e. *Standar Deviation* atau simpangan baku digunakan untuk mengukur seberapa besar variasi atau penyebaran data dari rata-ratanya.

2.2 Standarisasi Data

Menurut Silvi [5] proses standarisasi diperlukan ketika variabel yang dianalisis memiliki perbedaan skala pengukuran yang cukup besar. Perbedaan tersebut dapat mengakibatkan hasil analisis klaster menjadi bias atau kurang tepat. Oleh sebab itu, data asli perlu ditransformasikan melalui proses standarisasi sebelum dianalisis lebih lanjut. Proses standarisasi dilakukan dengan menghitung nilai z-score pada setiap variabel pada data untuk mengetahui ada atau tidaknya *outlier*. Menurut Sari [6] *outlier* atau pencilan sebagai data yang tidak mengikuti sebagian besar pola dan berada jauh dari pusat data.

Outlier dapat teridentifikasi apabila nilai *z-score* lebih kecil dari -3 atau lebih besar dari 3 [7]. Rumus standarisasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Zscore_x = \frac{x_i - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

Keterangan:

$Zscore_x$ = nilai standarisasi data x;

x_i = data ke-i;

μ = nilai rata-rata;

σ = standar deviasi.

2.3 Analisis Klaster non Hierarki

Klastering merupakan salah satu teknik analisis data yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan tentang pengelompokkan data. Metode klastering yang sering digunakan adalah K-Means, karena memiliki kemampuan dalam mengklasifikasikan data berjumlah besar dengan relatif cepat dan efisien. Namun demikian, kelemahan dari metode ini terletak pada ketergantungannya terhadap penentuan titik awal pusat klaster. Oleh karena itu, hasil klastering dengan K-Means akan optimal apabila pemilihan pusat klaster dilakukan secara tepat [8]. Tahapan dalam algoritma K-Means adalah sebagai berikut [9]:

1. Menentukan nilai K sebagai jumlah pusat klaster (*centroid*) yang akan dibuat. Penentuan jumlah pusat klaster bersifat random atau tidak memiliki aturan tertentu.
2. Menentukan jumlah klaster yang optimal menggunakan metode *elbow* untuk memberikan analisis pengelompokan yang lebih akurat. Menurut Maori [9] metode *elbow* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah klaster terbaik, yaitu dengan cara melihat presentase setiap klaster yang akan membentuk siku pada suatu titik tertentu. Metode *elbow* biasa disajikan dalam bentuk grafik untuk mengetahui lebih jelas siku yang terbentuk. Tujuan dari metode *elbow* adalah untuk memilih nilai k yang kecil dan masih memiliki nilai *withinss* yang rendah. Nilai k pada kombinasi siku dengan k-means adalah grafik hubungan klaster dengan

penurunan error. Jumlah klaster k yang dihasilkan dari pengujian dengan k-means dievaluasi dengan teknik SSE. SSE (*Sum of Square Error*) merupakan rumus yang digunakan untuk mengukur perbedaan antar data yang telah dilakukan sebelumnya. Semakin besar jumlah nilai klaster k, maka nilai SSE akan semakin kecil. Rumus SSE dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$SSE = \sum_{k=1}^{K} \sum_{i=1}^{n_k} \left\| x_i - c_k \right\|^2 \quad (2)$$

Keterangan:

K = jumlah klaster

n_k = jumlah data pada klaster ke-k

x_i = data ke-i dalam klaster ke-k

c_k = *centroid* klaster ke-k

$\left\| . \right\|^2$ = kudrat jarak *Euclidean*

3. Selanjutnya adalah menentukan nilai *centroid* secara acak atau tidak memiliki aturan tertentu. Kemudian menghitung jarak setiap data ke masing-masing *centroid* dengan menggunakan rumus jarak antar dua objek yang mana i mewakili objek ke-i dan j mewakili pusat klaster ke-j, seperti yang dilihat pada rumus *Eucledian Distance.*

$$D_{ij} = \sqrt{\left(x_i - x_j\right)^2 + \left(y_i - y_j\right)^2 + \ldots \left(n_i - n_j\right)^2} \quad (3)$$

Keterangan:

D_{ij} = jarak antara data ke-i dan pusat klaster ke-j;

x_{ij} = nilai atribut ke-k dari data ke-i;

c_{jk} = nilai atribut ke-k dari *centroid* klaster ke-j;

k = 1, 2, …, n (jumlah atribut).

4. Menggabungkan setiap data yang dilihat berdasarkan jarak terdekat antara objek ke pusat klaster.

5. Menentukan pusat klaster baru setelah semua data ditempatkan pada klaster-nya masing-masing dengan menghitung nilai rata-rata berdasarkan data pada klaster yang serupa. Untuk perhitungannya dapat menggunakan persamaan berikut:

$$v = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}; i = 1,2,3,\ldots,n \tag{4}$$

Keterangan:

v = *centroid* baru

x_i = objek ke-i

n = banyaknya objek

6. Ulangi langkah 3 sampai 5 hingga tidak terjadi perubahan keanggotaan klaster atau nilai *centroid* telah kovergen.

3 Hasil dan Pembahasan

Pengelompokkan sekolah PKBM dan SKB berdasarkan rata-rata siswa per jenjang program dan jumlah siswanya dilakukan dengan menggunakan metode K-Means sesuai dengan langkah-langkah yang telah dipaparkan di atas. Berikut merupakan data rata-rata usia pada jenjang program Paket A, Paket B, Paket C dan jumlah siswa di sekolah PKBM dan SKB di Kabupaten Banyumas tahun 2024.

Tabel 1 Data rata-rata usia pada jenjang program Paket A, Paket B, Paket C dan jumlah siswa di sekolah PKBM di Kabupaten Banyumas tahun 2024.

No.	Nama Sekolah	Rata-rata Usia Paket A	Rata-rata Usia Paket B	Rata-rata Usia Paket C	Jumlah Siswa
1	PKBM Al Aqwiya Langgongsari	0	0	17,26	263

No.	Nama Sekolah	Rata-rata Usia Paket A	Rata-rata Usia Paket B	Rata-rata Usia Paket C	Jumlah Siswa
2	PKBM Al Husna	0	28,77	27,86	75
3	PKBM Al Jauhariyah Institute	0	14	17,23	24
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
38	SKB Kalibagor	8,43	14,1	23,25	281
39	SKB Purwokerto	7,41	15,38	19,71	254

Keterangan: Tabel disajikan secara ringkas untuk keperluan visualisasi. Data lengkap seluruh sekolah digunakan dalam proses analisis.

3.1 Statistika Deskriptif

Berikut ini merupakan hasil perhitungan statistika deskriptif menggunakan bantuan *software* SPSS 26.

Tabel 2 Statistika Deskriptif Menggunakan Software SPSS

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Rata_Usia_PaketA	39	0,00	20,66	5,3405	6,30869
Rata_Usia_PaketB	39	0,00	33,00	15,0651	8,98529
Rata_Usia_PaketC	39	16,53	30,15	22,3408	3,98336
Jumlah_Siswa	39	12	481	149,85	119,682

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Valid N (listwise)	39				

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh informasi data sebagai berikut:

1. Pada variabel rata-rata usia Paket A didapatkan usia minimum 0 tahun dan usia maksimum yaitu 20,66 tahun. Kemudian, diketahui bahwa nilai rata-rata untuk variabel rata-rata usia Paket A adalah 5,3405 dengan nilai standar deviasi sebesar 6,30869.
2. Pada variabel rata-rata usia Paket B didapatkan usia minimum 0 tahun dan usia maksimum yaitu 33 tahun. Kemudian, diketahui bahwa nilai rata-rata untuk variabel rata-rata usia Paket B adalah 15,0651 dengan nilai standar deviasi sebesar 8,98529.
3. Pada variabel rata-rata usia Paket C didapatkan usia minimum 16,53 tahun dan usia maksimum yaitu 30,15 tahun. Kemudian, diketahui bahwa nilai rata-rata untuk variabel rata-rata usia Paket C adalah 22,3408 dengan nilai standar deviasi sebesar 3,98336.
4. Pada variabel jumlah siswa didapatkan jumlah minimum siswa sebanyak 12 orang dan jumlah maksimum siswa sebanyak 481 orang. Kemudian, diketahui bahwa nilai rata-rata untuk variabel jumlah siswa adalah 149,85 dengan nilai standar deviasi sebesar 119,682.

3.2 Standarisasi Data

Hasil perhitungan Z-score dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* SPSS 26. Hasil nilai Z-score dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil perhitungan Z-score

No	Nama Sekolah	Zscore Paket A	Zscore Paket B	Zscore Paket C	Zscore Jumlah Siswa
1	PKBM Al Aqwiya Langgongsari	-0,84653	-1,67664	-1,27550	0,94545

No	Nama Sekolah	Zscore Paket A	Zscore Paket B	Zscore Paket C	Zscore Jumlah Siswa
2	PKBM Al Husna	-0,84653	1,52526	1,38557	-0,62538
3	PKBM Al Jauhariyah Institute	-0,84653	-0,11854	-1,28303	-1,05151
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
38	SKB Kalibagor	0,48972	-0,10741	0,22826	1,09585
39	SKB Purwokerto	0,32804	0,03504	-0,66044	0,87026

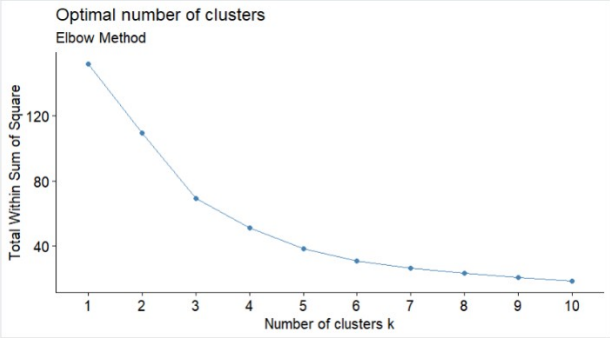
3.3 K-Means Klastering

1. Penentuan Jumlah Klaster

Langkah awal dalam proses K-Means klastering adalah menentukan jumlah klaster yang bersifat random atau tidak memiliki aturan tertentu. Jumlah klaster yang akan dibentuk dalam klastering ini adalah dari k=1 sampai k=10. Terdapat sepuluh *centroid* atau pusat klaster yaitu *centroid* 1, *centroid* 2, *centroid* 3, dst [10].

2. Penentuan Jumlah Klaster Optimal

Berikut ini diperoleh grafik hasil penentuan jumlah klaster optimal dengan menggunakan *software* R 4.5.0.



Gambar 1 Grafik jumlah cluster menggunakan Metode Elbow

Dari grafik SSE metode *Elbow*, jumlah klaster yang ditentukan berdasarkan Gambar 4.1 adalah k=3. Hal tersebut dikarenakan titik yang membentuk siku pada metode *Elbow* adalah pada k=3. Terlihat bahwa pada k=3 mengalami penurunan paling besar jika dibandingkan jumlah k yang lain. Jumlah klaster selain k=3 mengalami penurunan yang stabil. Maka dapat disimpulkan jumlah klaster optimal yang terbentuk sejumlah 3 klaster.

3. Penentuan *centroid* awal dan perhitungan jarak dengan *Euclidean Distance*

Berikut merupakan hasil penentuan *centroid* awal yang diperoleh menggunakan bantuan *software* SPSS 26.

Tabel 4 Nilai *centroid* awal (Iterasi 1)

Initial Cluster Centers

	Cluster		
	1	2	3
Nilai Z-score Rata-rata Usia Siswa Paket A	1,61040	-0,84653	-0,84653
Nilai Z-score Rata-rata Usia Siswa Paket B	0,59596	-1,67664	1,99603
Nilai Z-score Rata-rata Usia Siswa Paket C	-0,43450	1,96046	-0,23366
Nilai Z-score Jumlah Siswa	2,76695	-0,98466	-1,14342

Pada tahap berikutnya, jarak setiap objek (sekolah PKBM dan SKB) terhadap masing-masing *centroid* dihitung menggunakan rumus jarak *Euclidean*. Sebagai contoh, perhitungan jarak Z-*score* dilakukan pada data PKBM Al Aqwiyah Langgongsari yang diberi kode PKBM 1, dengan notasi klaster C1, C2, dan C3 untuk klaster 1, 2, dan 3.

a. Jarak PKBM 1 dengan *centroid* 1 (C1)

$$D_{PKBM\,1,C1}=\sqrt{\begin{matrix}(-0{,}84653-1{,}6104)^2+(-1{,}67664-0{,}59596)^2+\\(-1{,}27550+0{,}4345)^2+(0{,}94545-2{,}76695)^2\end{matrix}}$$

$$=3{,}902097376$$

b. Jarak PKBM 1 dengan *centroid* 2 (C2)

$$D_{PKBM\,1,C2}=\sqrt{\begin{matrix}(-0{,}84653-0{,}84653)^2+(-1{,}67664+1{,}67664)^2+\\(-1{,}27550-1{,}96046)^2+(0{,}94545+0{,}98466)^2\end{matrix}}$$

$$=3{,}76785886$$

c. Jarak PKBM 1 dengan *centroid* 3 (C3)

$$D_{PKBM\,1,C2}=\sqrt{\begin{matrix}(-0{,}84653+0{,}84653)^2+(-1{,}67664-1{,}99603)^2+\\(-1{,}27550+0{,}23366)^2+(0{,}94545+1{,}14342)^2\end{matrix}}$$

$$=4{,}351706581$$

Dengan cara yang sama, perhitungan dilakukan sampai dengan data ke-39. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan bantuan Microsoft Excel 2019 dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Perhitungan Jarak *Euclid* (Iterasi 1)

No	Nama Sekolah	Jarak			CLUSTER
		C1	C2	C3	
1	PKBM Al Aqwiya Langgongsari	3,902097	3,767859	4,351707	2
2	PKBM Al Husna	4,66054	3,272877	1,764059	3

No	Nama	Jarak			CLUSTER
3	PKBM Al Jauhariyah Institute	4,674145	3,598938	2,362421	3
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
38	SKB Kalibagor	2,232144	3,402514	3,381973	1
39	SKB Purwokerto	2,368033	3,823518	3,076054	1

Setelah menyelesaikan iterasi pertama, berikutnya lakukan iterasi yang kedua dengan cara memperbarui posisi *centroid* terlebih dahulu. *Centroid* baru diperoleh dari hasil rata-rata seluruh objek yang berada di dalam kalster tersebut. Hasil *centroid* baru dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Nilai centroid baru (Iterasi 2)

Centroid	Rata-rata Usia Paket A	Rata-rata Usia Paket B	Rata-rata Usia Paket C	Jumlah Siswa
C1	1,130264	0,230919	-0,28312	1,10588
C2	-0,84653	-1,67664	0,939653	-0,77264
C3	-0,21573	0,52876	-0,22314	-0,23227

Proses pada iterasi 2 ini diikuti dengan objek-objek data yang kembali dikelompokkan berdasarkan jarak ke *centroid* yang baru terbentuk. Hasil perhitungan jarak dan pengelompokkan iterasi 2 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Perhitungan Jarak *Euclid* (Iterasi 2)

No	Nama Sekolah	Jarak C1	Jarak C2	Jarak C3	CLUSTER
1	PKBM Al Aqwiya Langgongsari	2,925246	2,803344	2,784997	3
2	PKBM Al Husna	3,371173	3,23615	2,033076	3
3	PKBM Al Jauhariyah Institute	3,111908	2,72869	1,615989	3
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
38	SKB Kalibagor	0,886776	2,871479	1,69412	1
39	SKB Purwokerto	0,937989	3,093359	1,395074	1

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 7 diperoleh keterangan bahwa terdapat sekolah yang masih berubah klaster yaitu PKBM Al Aqwiya Langgongsari yang semula masuk ke klaster 2 kemudian berubah masuk ke klaster 3. Hal ini mengakibatkan proses iterasi masih perlu dilanjutkan ke iterasi berikutnya hingga tidak ada lagi objek yang berubah atau berpindah klaster. Dengan demikian, setelah dilakukan perhitungan diperoleh bahwa iterasi berhenti pada iterasi ke-6, karena pada tahap ini seluruh objek sudah menetap pada klaster masing-masing tanpa adanya perpindahan lagi. Berikut merupakan hasil perhitungan dari iterasi ke-6.

Tabel 8 Hasil Perhitungan Jarak Euclid (Iterasi 6)

No	Nama Sekolah	Jarak C1	Jarak C2	Jarak C3	CLUSTER
1	PKBM Al Aqwiya Langgongsari	3,073469	3,203821	2,443609	3
2	PKBM Al Husna	2,925326	3,228485	2,257747	3

No	Nama Sekolah	Jarak			CLUSTER
		C1	C2	C3	
3	PKBM Al Jauhariyah Institute	2,807721	2,979258	1,373645	3
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
38	SKB Kalibagor	0,98972	3,126215	1,891138	1
39	SKB Purwokerto	1,07258	3,398295	1,461677	1

Berikut merupakan karakteristik dari setiap klaster yang terbentuk:

1. Klaster 1 berisi lembaga yang cenderung memiliki jumlah siswa yang lebih besar, dengan siswa Paket A lebih tua, Paket B sedikit lebih tua, dan Paket C mendekati usia rata-rata. Klaster ini menggambarkan lembaga yang melayani siswa lebih dewasa khususnya pada Paket A.
2. Klaster 2 berisi lembaga yang memiliki jumlah siswa relatif sedikit. Profil usia menunjukkan siswa Paket A dan B cenderung lebih muda, sedangkan Paket C memiliki siswa yang lebih tua dari rata-rata. Klaster ini menggambarkan lembaga kecil dengan fokus Paket C bagi peserta didik dewasa.
3. Klaster 3 berisi lembaga yang memiliki jumlah siswa relatif seimbang dengan rata-rata keseluruhan. Usia siswa cenderung lebih muda pada Paket A dan C, namun sedikit lebih tua pada Paket B. Klaster ini menggambarkan lembaga dengan distribusi siswa yang lebih homogen dan jumlah siswa sedang.

Sekolah-sekolah PKBM dan SKB di Kabupaten Banyumas yang telah dikelompokkan sesuai dengan klasternya dapat dilihat pada Tabel 9. Pembagian klaster ini membantu mempermudah pemetaan kondisi lembaga di setiap wilayah. Selain itu, hasil pengelompokan ini dapat digunakan sebagai dasar pengambilan kebijakan yang lebih tepat sasaran.

Tabel 9 Sekolah PKBM dan SKB Kabupaten Banyumas Menurut Klaster

Klaster 1	PKBM Andalan Bangsa, PKBM Ar Rosyid, PKBM Cita Mandiri Pekuncen, PKBM Harapan Bangsa, PKBM Kuttab Al Fatih, PKBM Lestari, PKBM Mugi Lestari, PKBM Ngudi Kawruh, PKBM Ngudi Makmur, PKBM Nuju Pinter, PKBM Permata Abadi, PKBM Satria Tama, PKBM Sunan Kalijaga, PKBM Tunas, SKB Kalibagor, SKB Purwokerto
Klaster 2	PKBM Bima Sakti, PKBM Guyub, PKBM Lentera Mandiri, PKBM Ngudi Mulyo, PKBM Sinar Harapan, PKBM Srikandi, PKBM Yasinta
Klaster 3	PKBM Al Aqwiya Langgongsari, PKBM Al Husna, PKBM Al Jauhariyah Institute, PKBM Alam Purwokerto, PKBM Argowilis, PKBM Bina Mas, PKBM Budi Luhur, PKBM Budi Utama, PKBM Harmoni, PKBM Kalbamas Putra Bangsa, PKBM Marsudi Karya, PKBM Nurul Huda, PKBM Perintis, PKBM Rumah Kreatif Wadas Kelir, PKBM Satria, SKB Ajibarang

4 Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Klaster 1 merepresentasikan lembaga dengan jumlah siswa relatif lebih besar dan peserta didik Paket A yang lebih tua, menunjukkan potensi layanan untuk kelompok usia dewasa pada jenjang Paket A. Klaster 2 memiliki jumlah siswa lebih sedikit, dengan profil usia yang lebih muda pada Paket A dan B tetapi lebih tua pada Paket C, mencerminkan lembaga skala kecil yang lebih terfokus pada layanan Paket C bagi peserta didik dewasa. Klaster 3 menunjukkan jumlah siswa mendekati rata rata, dengan distribusi usia yang relatif lebih muda pada Paket A dan C serta sedikit lebih tua pada Paket B, menggambarkan lembaga dengan sebaran siswa yang lebih homogen.

4.2 Saran

Pengelola lembaga pendidikan nonformal supaya mempertimbangkan karakteristik masing masing klaster dalam merancang strategi layanan. Untuk klaster dengan peserta didik lebih dewasa (seperti Klaster 1 pada Paket A dan Klaster 2 pada Paket C), dapat disusun kurikulum atau pendekatan pembelajaran yang lebih sesuai dengan

kebutuhan orang dewasa. Bagi lembaga dengan jumlah siswa lebih sedikit (Klaster 2), diperlukan strategi peningkatan partisipasi dan promosi program pendidikan. Sementara lembaga dengan profil homogen (Klaster 3) perlu memastikan layanan yang merata dan sesuai bagi semua jenjang paket.

Referensi

[1] Syufa'ati and N. Nadhifah, Perkembangan Pendidikan Non Formal di Era Merdeka Belajar, Jurnal Pendidikan Tematik, vol. 1, no. 3, pp. 161–165, 2020.

[2] Kemendikdasmen, Program/Layanan Data Kebudayaan. Accessed: Jun. 13, 2025. [Online]. Available: https://referensi.data.kemdikbud.go.id/pustaka/layanan

[3] R. Wijayati and D. R. S. Saputro, Clustering Data Numerik dan Kategorik Menggunakan Algoritme K-Prototype, PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika, pp. 702–706, 2023, [Online]. Available: https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/.

[4] M. Tarigan and D. Frintiana Silaban, Statistika Deskriptif, Jintan: Jurnal Ilmu Keperawatan, vol. 4, no. 2, pp. 187–195, 2024.

[5] R. Silvi, Analisis Cluster dengan Data Outlier Menggunakan Centroid Linkage dan K-Means Clustering untuk Pengelompokkan Indikator HIV/AIDS di Indonesia, Jurnal Matematika MANTIK, vol. 4, no. 1, pp. 22–31, May 2018, doi: 10.15642/MANTIK.2018.4.1.22-31.

[6] Y. Sari, K. Dwidayati, and P. Hendikawati, Estimasi Parameter pada Regresi Spatial Error Model (SEM) yang Memuat Outlier menggunakan Iterative Z Algorithm, PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika, 2018, [Online]. Available: https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/

[7] A. Habibi, Outlier: batas Standar Deviasi dengan Z-Score. Accessed: Jul. 03, 2025. [Online]. Available: https://medium.com/@adillatif845/outlier-mengubah-batas-standar-deviasi-dengan-z-score-b6960d916cf1

[8] G. Gustientiedina, M. H. Adiya, and Y. Desnelita, Penerapan Algoritma K-Means Untuk Clustering Data Obat-Obatan Pada RSUD Pekanbaru, Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi, vol. 5, no. 1, pp. 17–24, Apr. 2019, doi: 10.25077/TEKNOSI.V5I1.2019.17-24.

[9] N. A. Maori, Metode Elbow dalam Optimasi Jumlah Cluster Pada K-Means Clustering, Jurnal SIMETRIS, vol. 14, no. 2, pp. 277–287, 2023.

[10] N. Putu, E. Merliana, and A. J. Santoso, Analisa Penentuan Jumlah Cluster Terbaik Pada Metode K-Means Clustering, Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu & Call For Papers UNISBANK, vol. 1, no. 1, pp. 978–979, 2015.