

PEMETAAN KETERSEDIAAN FASILITAS PENDIDIKAN MENGGUNAKAN ANALISIS BILOT DAN K-MEANS DI KABUPATEN KEDIRI

Riris Mufidatul Choir

Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang
e-mail: riris.mufidatul.2203126@students.um.ac.id

Nola Irda Ayuazna Azzura

Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang
e-mail: nola.irda.2203126@students.um.ac.id*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memetakan pemerataan fasilitas pendidikan di Kabupaten Kediri berdasarkan jumlah sekolah dan tenaga pendidik pada jenjang SD, SMP, SMA, dan SMK negeri. Data yang digunakan merupakan data sekunder dari BPS tahun 2024 yang mencakup 26 kecamatan. Analisis dilakukan menggunakan biplot untuk melihat hubungan antarindikator pendidikan serta karakteristik setiap kecamatan secara visual. Selanjutnya, metode K-Means clustering digunakan untuk mengelompokkan kecamatan berdasarkan kesamaan fasilitas pendidikan yang dimiliki. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biplot mampu menjelaskan 78,5% keragaman data dan mengidentifikasi adanya ketimpangan fasilitas pendidikan antarwilayah. Hasil pengelompokan menghasilkan tiga cluster, yaitu cluster dengan fasilitas pendidikan tinggi, sedang, dan rendah. Temuan ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan pemerintah daerah dalam penyusunan kebijakan pemerataan fasilitas pendidikan agar peningkatan mutu pendidikan dapat tercapai secara lebih merata di seluruh kecamatan.

Kata Kunci: Bilot, K-Means, Fasilitas Pendidikan, Pemetaan, Kabupaten Kediri.

Abstract

This study aims to analyze and map the distribution of educational facilities in Kediri Regency based on the number of public schools and teachers at the elementary, junior high, senior high, and vocational levels. The research uses secondary data from BPS 2024 covering 26 districts. Biplot analysis is applied to understand the relationships among indicators and visually describe district characteristics, while K-Means clustering is used to classify districts according to similarities in educational facilities. The results indicate that the biplot explains 78.5% of the total variance and reveals disparities in facility distribution among districts. Three clusters were formed, representing districts with high, moderate, and low availability of educational facilities. These findings are expected to support policymakers in improving the equitable distribution of educational resources to enhance education quality across the region.

Keywords: Biplot, K-Means, Mapping, Educational Facilities, Kediri Regency

PENDAHULUAN

Kabupaten Kediri memiliki kondisi geografis yang beragam sehingga berdampak pada perbedaan pembangunan antarwilayah, termasuk pemerataan fasilitas pendidikan. Berdasarkan data BPS Kabupaten Kediri (2024), masih terdapat kecamatan dengan jumlah sekolah dan tenaga pendidik yang belum seimbang sehingga berpotensi menimbulkan ketimpangan mutu pendidikan [1].

Pendidikan berperan penting dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia sebagai dasar pembangunan nasional. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 mendefinisikan pendidikan sebagai usaha sadar dan terencana untuk

mewujudkan proses pembelajaran yang membantu peserta didik mengembangkan potensi spiritual, pengendalian diri, kecerdasan, akhlak, serta keterampilan yang diperlukan dalam kehidupan [2]. Hal ini menunjukkan bahwa pendidikan tidak hanya berfokus pada transfer ilmu, tetapi juga pembentukan karakter. Karena itu, pemerataan akses dan kualitas pendidikan menjadi prioritas dalam pembangunan daerah.

Mutu pendidikan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan fasilitas yang memadai, karena sarana dan prasarana merupakan elemen penting dalam mendukung proses pembelajaran [3]. Fasilitas tersebut mencakup sarana fisik seperti ruang kelas, laboratorium, dan perpustakaan, serta prasarana

seperti tenaga pendidik dan infrastruktur pendukung lainnya. Ketimpangan fasilitas antarwilayah dapat berdampak langsung pada kualitas hasil belajar dan kesempatan memperoleh pendidikan yang layak [4].

Kesenjangan fasilitas pendidikan juga terjadi di berbagai wilayah Indonesia, termasuk Kabupaten Kediri. Wilayah dengan infrastruktur dan aktivitas ekonomi tinggi cenderung memiliki lebih banyak sekolah dan tenaga pendidik dibandingkan daerah perdesaan [5]. Ketimpangan ini umumnya disebabkan oleh perbedaan ketersediaan fasilitas dan distribusi guru yang belum merata [6], sehingga pemerataan fasilitas pendidikan menjadi aspek penting dalam peningkatan mutu pendidikan daerah.

Untuk memahami pemerataan fasilitas pendidikan di setiap kecamatan, diperlukan analisis yang mampu menggambarkan hubungan antarindikator secara menyeluruh. Analisis biplot dapat digunakan sebagai metode statistik multivariat yang menampilkan hubungan antarvariabel dan antarobjek dalam dua dimensi [7]. Metode ini merupakan pengembangan PCA yang mempermudah interpretasi data melalui visualisasi [8], sehingga pola pemerataan jumlah sekolah dan tenaga pendidik di Kabupaten Kediri dapat terlihat lebih jelas.

Namun, analisis biplot hanya memberikan gambaran visual tanpa menunjukkan pengelompokan wilayah. Oleh karena itu, digunakan metode K-Means clustering sebagai pelengkap. K-Means merupakan algoritma non-hierarki yang membagi data ke dalam sejumlah kelompok berdasarkan kedekatan objek dengan centroid, dengan tujuan meminimalkan variasi dalam kluster dan memaksimalkan perbedaan antarkluster [9]. Metode ini efisien untuk data berukuran besar dan mampu menghasilkan pengelompokan yang akurat dengan waktu komputasi cepat [10]. Kelemahan utama metode K-Means terletak pada penentuan jumlah k yang tepat. Meskipun mampu menangani data berukuran besar, metode ini belum selalu menghasilkan pengelompokan yang akurat apabila nilai k tidak ditentukan dengan baik. Untuk itu diperlukan teknik tambahan dalam menentukan jumlah cluster optimal. Metode Elbow dapat dimanfaatkan untuk menganalisis nilai k yang paling sesuai sehingga dapat meningkatkan kinerja

algoritma K-Means [11]. Dalam konteks pendidikan, K-Means dapat mengelompokkan kecamatan berdasarkan kesamaan fasilitas pendidikan sehingga wilayah yang memerlukan perhatian khusus dapat diidentifikasi.

Sejumlah penelitian terdahulu telah menerapkan analisis biplot dan K-Means pada berbagai bidang. Salah satu penelitian sebelumnya menggunakan K-Means saja atau biplot saja, namun belum ada penelitian yang mengombinasikan kedua analisis untuk pemetaan fasilitas pendidikan pada level kecamatan di Kabupaten Kediri [12]. Terdapat penelitian yang menerapkan K-Means untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Maluku berdasarkan indikator pembangunan manusia, tetapi tidak membahas secara spesifik aspek pendidikan [13]. Selain itu terdapat mengombinasikan biplot dan K-Means untuk pemetaan indeks pembangunan manusia di Jawa Timur, namun belum diterapkan untuk menganalisis pemerataan fasilitas pendidikan [14].

Keterbatasan penelitian terdahulu menunjukkan adanya celah yang perlu diisi, yaitu belum banyak kajian yang mengombinasikan analisis biplot dan K-Means untuk melihat pemerataan fasilitas pendidikan pada tingkat kabupaten. Selain itu, hubungan multivariat antarindikator pendidikan juga belum banyak ditampilkan secara menyeluruh, dan pemetaan yang menyajikan visualisasi serta hasil pengelompokan secara simultan masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan memetakan kondisi fasilitas pendidikan di Kabupaten Kediri menggunakan analisis biplot dan K-Means clustering.

Penelitian ini bertujuan (1) mengetahui hubungan antarindikator fasilitas pendidikan di Kabupaten Kediri, seperti jumlah sekolah dan jumlah guru, dan (2) mengelompokkan kecamatan berdasarkan kesamaan karakteristik fasilitas pendidikan yang dimilikinya. Melalui pendekatan kombinasi biplot dan K-Means, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai pemerataan fasilitas pendidikan dan menjadi dasar bagi pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan yang lebih efektif untuk meningkatkan pemerataan mutu pendidikan di seluruh wilayah Kabupaten Kediri.

KAJIAN TEORI

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk memetakan kondisi ketersediaan fasilitas pendidikan di Kabupaten Kediri serta mengelompokkan kecamatan berdasarkan kesamaan karakteristik fasilitas pendidikan menggunakan analisis biplot dan metode K-Means clustering. Pendekatan deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran empiris mengenai kondisi fasilitas pendidikan di wilayah penelitian secara objektif. Pada penelitian ini menggunakan software Minitab untuk melakukan analisis biplot dan metode K-Means clustering.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh kecamatan di Kabupaten Kediri yang berjumlah 26 kecamatan. Populasi tersebut sekaligus dijadikan sebagai sampel penelitian (sampel jenuh) karena jumlahnya relatif kecil dan seluruh elemen memiliki karakteristik relevan terhadap tujuan penelitian. Unit analisis yang digunakan adalah kecamatan dengan indikator fasilitas pendidikan yang meliputi jumlah sekolah dan jumlah guru pada jenjang SD, SMP, SMA, dan SMK negeri.

Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Kediri melalui publikasi Kabupaten Kediri dalam Angka 2024 serta dokumen pendukung dari Dinas Pendidikan Kabupaten Kediri. Data dikumpulkan dengan teknik dokumentasi, yaitu pengumpulan data dari sumber resmi yang telah dipublikasikan dan dapat dipertanggungjawabkan.

Instrumen penelitian berupa lembar rekapitulasi data yang digunakan untuk mencatat dan menyusun indikator fasilitas pendidikan per kecamatan. Indikator yang dianalisis meliputi jumlah sekolah dan jumlah guru untuk masing-masing jenjang pendidikan dasar dan menengah. Data disajikan dalam bentuk tabel numerik untuk memudahkan proses analisis statistik multivariat.

METODE

Analisis Biplot

Teknik analisis data yang digunakan meliputi dua tahap utama. Tahap pertama adalah analisis biplot merupakan salah satu metode multivariat yang menggunakan baris dan kolom dengan menampilkan objek dan variabel dengan objek yang diperiksa [15]. Biplot merupakan salah satu cara untuk penggambaran data-data pada tabel ringkasan

dalam bentuk grafik yang memiliki dua dimensi. Analisis pada biplot memiliki sifat deskriptif dengan dua dimensi yang dapat menyajikan secara visual berbentuk objek dan variabel menjadi grafik. Grafik yang dihasilkan pada biplot berbentuk bidang datar [16].

Berikut informasi yang didapatkan dari tampilan biplot

Kedekatan antar objek digunakan untuk melihat kemiripan melalui karakteristik antar objek. Dua objek yang memiliki karakteristik yang sama akan digambarkan sebagai dua titik dengan titik berdekatan.

Keragaman variabel yang digunakan melihat keragaman variabel-variabel setiap objek sama atau tidak. Variabel dengan keragaman kecil digambarkan vektor pendek, sedangkan variabel dengan keragaman besar digambarkan vektor panjang.

Korelasi antar variabel yang digunakan mengetahui pengaruh variabel satu dengan lainnya. Variabel yang memiliki korelasi positif akan digambarkan dengan garis yang memiliki arah yang sama atau membentuk sudut yang lancip. Sedangkan korelasi yang negatif digambarkan dengan garis yang memiliki arah berlawanan atau membentuk sudut lancip. Untuk variabel yang tidak memiliki korelasi digambarkan dengan garis yang berarah memiliki sudut hampir mendekati 90° .

Nilai variabel suatu objek yang digunakan untuk melihat kelebihan dari objek-objeknya. Objek yang memiliki arah yang sama dengan arah variabel dapat dikatakan bahwa objek memiliki nilai di atas rata-rata, sedangkan objek yang memiliki arah berlawanan dengan arah variabel yang dikatakan objek memiliki nilai di bawah rata-rata. Untuk objek yang berada hampir di tengah-tengah artinya objek tersebut memiliki nilai yang mendekati dengan rata-rata [17].

Analisis biplot merupakan metode statistik multivariat yang menampilkan objek dan variabel secara bersamaan dalam bidang dua dimensi untuk memudahkan interpretasi data [17]. Metode ini didasarkan pada Singular Value Decomposition (SVD), yang berfungsi menguraikan matriks data X berukuran $n \times p$. di mana n adalah jumlah objek pengamatan dan p adalah jumlah variabel. Secara matematis, dekomposisi matriks dapat dituliskan sebagai

$$X = U L A'$$

dengan U dan A masing-masing berukuran $(n \times r)$ dan $(p \times r)$, serta L merupakan matriks diagonal berisi nilai singular dari X.

Melalui hasil dekomposisi tersebut, objek dan variabel dapat direpresentasikan dalam ruang dua dimensi menggunakan vektor G dan H yang masing-masing merepresentasikan skor objek dan variabel. Hubungan antara objek ke-i dan variabel ke-j dapat dijelaskan dengan persamaan:

$$X_{ij} = g_i h_j$$

yang menunjukkan bahwa kedekatan antarobjek merepresentasikan kemiripan karakteristik, sedangkan arah dan panjang vektor menggambarkan keragaman serta korelasi antarvariabel.

Keakuratan biplot dalam menjelaskan keragaman data ditentukan oleh proporsi keragaman total yang mampu dijelaskan oleh dua komponen utama. Semakin besar proporsi keragaman yang dapat dijelaskan, maka semakin baik representasi visual yang dihasilkan. Dengan demikian, analisis biplot memungkinkan interpretasi hubungan multivariat secara sederhana dan informatif melalui visualisasi dua dimensi [18].

Analisis K-Means

Analisis cluster adalah metode statistik multivariat yang digunakan untuk mengelompokkan objek berdasarkan kemiripan karakteristik tanpa melibatkan variabel dependen [19]. Teknik clustering adalah suatu metode dalam analisa data untuk menyelesaikan persoalan tentang pengelompokan data. Salah satu metode yang digunakan adalah K-Means, yang mempunyai kemampuan dalam klasifikasi data yang cukup besar jumlahnya cukup relatif cepat dan efisien [20]. Tujuan utama dari analisis cluster adalah mengelompokkan objek-objek yang memiliki karakteristik relatif sama ke dalam satu kelompok (cluster) sehingga setiap cluster memiliki tingkat homogenitas internal yang tinggi dan heterogenitas antarcluster yang besar [21]. Analisis ini bermanfaat untuk menyederhanakan data dalam jumlah besar agar pola, struktur, dan hubungan antarobjek dapat teridentifikasi dengan lebih jelas.

Salah satu metode yang banyak digunakan adalah K-Means clustering, yaitu metode pengelompokan non-hierarki yang membagi data ke dalam sejumlah cluster berdasarkan jarak antarobjek terhadap titik pusat kelompok (centroid). Objek-objek akan

dikelompokkan ke dalam cluster yang memiliki centroid paling dekat dengan jaraknya. Proses ini dilakukan secara iteratif hingga posisi centroid stabil dan variasi dalam cluster menjadi minimum [22].

Analisis Klaster K-Means berusaha membagi objek-objek yang ada ke dalam satu atau lebih klaster menggunakan rumus jarak Euclidean sebagai berikut

$$d(x, y) = |x - y| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2},$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n \quad [23]$$

Keterangan

x_i : objek ke-i pada x

y_i : objek ke-i pada y

n : jumlah objek

Penentuan jumlah cluster (k) dilakukan dengan menggunakan metode Elbow Plot untuk memperoleh jumlah kelompok yang optimal. Metode ini dilakukan dengan menjalankan algoritma K-Means pada beberapa nilai k yang berbeda, kemudian membandingkan nilai Within-Cluster Sum of Squares (WCSS) pada tiap percobaan. Jumlah cluster optimal ditentukan pada titik ketika penurunan nilai WCSS mulai melambat (membentuk siku pada grafik Elbow), yang menunjukkan keseimbangan antara homogenitas dalam cluster dan heterogenitas antarcluster [24]. Dalam penelitian ini, proses analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak Minitab 21 dan phyton google collab, yang menampilkan hasil pengelompokan berupa tabel keanggotaan cluster, nilai centroid, dan visualisasi distribusi data untuk mendukung interpretasi hasil pengelompokan.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan clustering menggunakan Metode Elbow dan Algoritma K-Means sebagai berikut:

1. Standarisasi Data
2. Plot Grafik Elbow
3. Menentukan k optimal dengan Metode Elbow
4. Clustering menggunakan Algoritma K-Means
5. Analisis Hasil Cluster
6. Visualisasi Hasil Clustering

Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

Pengumpulan data terkait data sekolah dan data guru negeri di Kabupaten Kediri tahun 2024

Melakukan analisis deskriptif sebagai informasi awal

Melakukan analisis biplot dengan melakukan analisis K-means dengan tahapan menentukan jumlah cluster

Membuat kesimpulan hasil yang diperoleh dari visualisasi dan pengelompokan kecamatan berdasarkan karakteristik variabel di Kabupaten Kediri tahun 2024.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Data

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Kediri tahun 2024 dengan variabel sebagai berikut,

Tabel 1. Keterangan Variabel

Variabel	Keterangan
x_1	Jumlah SD Negeri
x_2	Jumlah SMP Negeri
x_3	Jumlah SMA Negeri
x_4	Jumlah SMK Negeri
x_5	Jumlah Tenaga Guru SD Negeri
x_6	Jumlah Tenaga Guru SMP Negeri
x_7	Jumlah Tenaga Guru SMA Negeri
x_8	Jumlah Tenaga Guru SMK Negeri

(Sumber: Data BPS Kabupaten Kediri 2024)

Berikut adalah rincian data sekolah yang digunakan perkecamatan yang ada di Kabupaten Kediri.

Tabel 2. Data Karakteristik Jumlah Sekolah dan Guru Sekolah Negeri

Kecamatan	SD	SMP	SMA	SMK	Guru SD	Guru SMP	Guru SMA	Guru SMK
Mojo	30	2	1	-	279	93	58	-
Semen	24	2	-	1	231	77	-	66
Ngadiluwih	26	2	1	-	277	110	60	-
Kras	30	3	-	1	253	109	-	68
Ringinrejo	17	1	-	-	130	30	-	-
Kandat	21	2	1	-	175	69	54	-
Wates	32	3	1	-	279	120	60	-
Ngancar	26	2	-	-	232	61	-	-
Plosoklaten	28	3	1	1	224	102	51	97
Gurah	28	2	1	-	278	81	66	-
Puncu	26	2	1	-	246	68	51	-
Kepung	36	2	-	-	299	88	-	-
Kandangan	26	2	1	-	226	68	62	-
Pare	25	4	2	-	280	191	130	-
Badas	14	1	-	-	126	30	-	-
Kunjang	17	2	-	-	143	84	-	-
Plemahan	23	2	1	-	188	81	68	-
Purwoasri	31	2	1	1	243	74	59	62
Papar	27	2	1	-	214	77	63	-
Pagu	17	1	-	-	140	43	-	-

Kayenkidul	19	1	-	-	156	26	-	-
Gampengrejo	13	1	-	-	116	49	-	-
Ngasem	16	2	-	1	166	65	-	109
Banyakan	21	2	-	-	207	49	-	-
Grogol	17	3	1	1	174	128	69	66
Tarokan	21	2	-	-	219	73	-	-

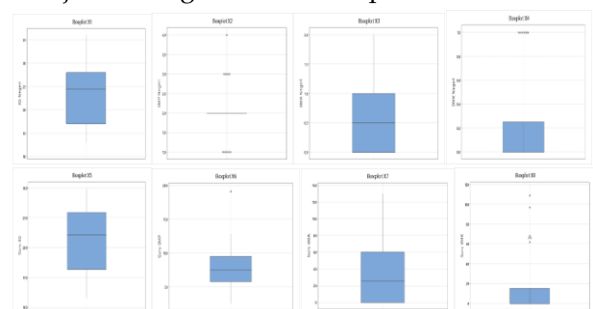
(Sumber: Data BPS Kabupaten Kediri 2024)

Hasil analisis terhadap data sekolah negeri dan guru untuk pemerataan pendidikan pada 26 kecamatan di Kabupaten Kediri tahun 2024 dengan menggunakan metode biplot dan cluster K-means sebagai berikut.

Analisis Biplot

Deskriptif Data

Analisis deskriptif pada penelitian ini untuk 26 kecamatan di Kabupaten Kediri tahun 2024 dapat ditunjukkan dengan melihat Boxplot berikut

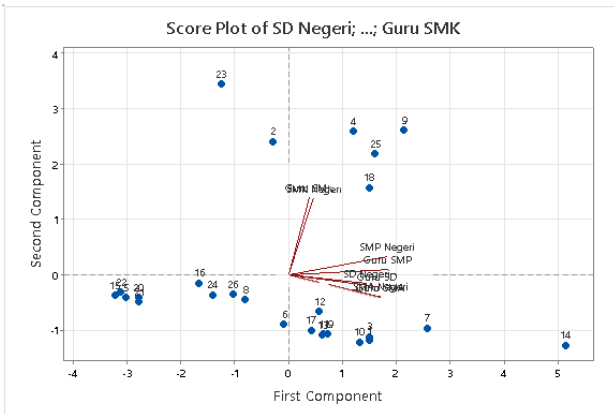


Gambar 1 Boxplot

Berdasarkan gambar di atas, boxplot pada data Persentase Jumlah SD Negeri (X_1) menunjukkan bahwa sebaran data tersebut sangat sempit yang mediannya berada hampir di tengah kotak dan tidak ada outlier yang terlihat. Sebaran data yang sangat sempit artinya sebaran data kecil artinya menunjukkan bahwa nilai-nilai data tersebut sangat konsisten dan mendekati rata-rata. Pada (X_2) menunjukkan sebaran data tidak merata yang tidak tersebar secara simetris. Artinya terdapat keragaman yang cukup besar pada data. Pada jumlah SMA Negeri (X_3) menunjukkan sebaran data merata dan menunjukkan konsistensi yang tinggi diantara nilai-nilai yang diamati. Pada jumlah SMK Negeri (X_4) menunjukkan sebaran kurang merata terdapat ketimpangan pada data tersebut. Pada jumlah Guru SD Negeri (X_5) menunjukkan sebaran data sangat sempit dan median berada hampir di tengah kotak dan outlier tidak terlihat. Artinya sebaran data kecil sehingga data sangat konsisten dan mendekati rata-rata. Pada jumlah Guru SMP Negeri (X_6) penyebaran data cukup merata tetapi terdapat sedikit ketimpangan karena outlier yang tinggi. Pada jumlah

Guru SMA Negeri (X7) menunjukkan penyebaran yang jauh lebih banyak dibandingkan yang lain artinya memiliki keragaman dalam penyebarannya. Sedangkan untuk jumlah Guru SMK Negeri (X8) menunjukkan penyebaran kurang merata artinya terdapat ketimpangan yang besar dalam penyebarannya.

Berdasarkan tahapan analisis biplot terdapat data penyebaran sekolah dan guru pada 26 kecamatan di Kabupaten Kediri tahun 2024, hasil biplot sebagai berikut:



Gambar 2 Biplot Data

Gambar 2 menunjukkan hasil pengelompokan kecamatan-kecamatan di Kabupaten Kediri tahun 2024 berdasarkan pemerataan sekolah dengan informasi:

a. Kedekatan Antar Objek

Kedekatan antar objek digunakan untuk mengidentifikasi kecamatan yang ada di Kabupaten Kediri memiliki karakteristik serupa dengan kecamatan-kecamatan yang lain. Kecamatan-kecamatan yang terletak pada kuadran yang sama menunjukkan kesamaan karakteristik yang cukup jika dibandingkan dengan kecamatan yang berada pada kuadran yang berbeda. Informasi yang diperoleh yaitu

- Kuadran 1 mencakup 4 kecamatan yaitu Kecamatan Kras, Plosoklaten, Purwoasri dan Grogol. Memiliki karakteristik yang sama yaitu SMK Negeri, Guru SMK Negeri, SMP Negeri dan Guru SMP Negeri.
- Kuadran 2 mencakup 2 Kecamatan yaitu Kecamatan Ngasem dan Semen. Dengan tidak memiliki karakteristik yang sama.
- Kuadran 3 mencakup 10 Kecamatan yaitu Kecamatan Kepung, Ringinrejo, Gampengrejo, Pagu, Kayen Kidul, Kunjang, Banyakan, Tarokan, Ngancar, dan Kandat. Dengan tidak memiliki karakteristik.

- Kuadran 4 mencakup 10 Kecamatan yaitu Plemahan, Kepung, Kandangan, Papar, Gurah, Puncu, Mojo, Ngadiluwih, Wates, dan Pare. Memiliki karakteristik yang sama yaitu Guru SD, SD Negeri, Guru SMA dan SMA Negeri.

b. Keragaman Variabel

Keragaman variabel dilihat melalui panjang vektor masing-masing variabelnya. Pada penelitian ini, data terlebih dahulu dinormalisasikan menggunakan rata-rata dan standar deviasi, jadi keragaman variabel dianggap seragam. Standarisasi dilakukan untuk data yang memiliki variasi yang memiliki rentang nilai yang besar. Berdasarkan gambar 2, setiap variabel variabel memiliki panjang vektor yang hampir sama sehingga menunjukkan bahwa keragaman variabel juga sama.

c. Hubungan Antar Variabel

Hubungan linier dapat dilihat dari sudut yang terbentuk oleh dua vektor variabel. Semakin kecil sudut maka semakin tinggi korelasi positif yang terjadi antara dua variabel. Sebaliknya jika kedua vektor memiliki arah berlawanan atau sudut yang terbentuk semakin besar maka kedua variabel memiliki korelasi negatif. Contoh variabel yang berkorelasi positif adalah variabel Guru SMK dan SMK Negeri memiliki arah yang sama dan Guru SMP, SMP Negeri, Guru SD, SD Negeri, Guru SMA dan SMA Negeri memiliki arah yang sama. Sedangkan untuk korelasi negatif yaitu Guru SMK Negeri dan Guru SMA Negeri memiliki arah yang berlawanan.

1. Ukuran Kelayakan Biplot

Kelayakan biplot diukur dengan menghitung rasio dari dua nilai eigen terbesar terhadap total nilai eigen. Ukuran kelayak biplot dapat dilihat pada gambar berikut.

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	4,1974	2,0845	1,0911	0,4596	0,0802	0,0545	0,0278	0,0048
Proportion	0,525	0,261	0,136	0,057	0,010	0,007	0,003	0,001
Cumulative	0,525	0,785	0,922	0,979	0,989	0,996	0,999	1,000

Gambar 3 Output Software Minitab

Pada gambar 3 menunjukkan keragaman yang dijelaskan oleh faktor 1 mencapai 52,5% dan faktor 2 menjelaskan 26%. Kedua faktor tersebut secara keseluruhan dapat menjelaskan keragaman total. Berdasarkan nilai eigen dan presentase kumulatif

dari kedua faktor sudah cukup mewakili keragaman-keragaman variabel asalnya.

1. Faktor yang terbentuk

Analisis biplot dapat menentukan faktor mana yang menjadi tempat suatu variabel, yang ditentukan dengan memperhatikan nilai korelasi terbesar

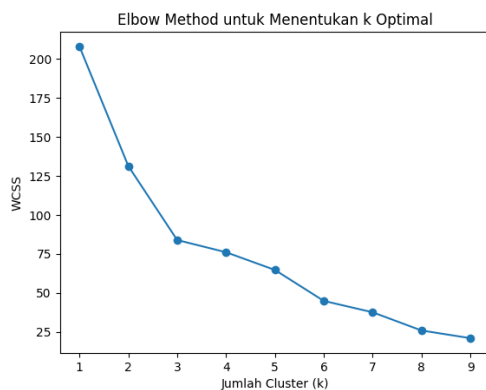
Eigenvectors

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
SD Negeri	0,343	-0,073	0,631	0,268	0,455	0,403	-0,185	0,047
SMP Negeri	0,434	0,157	-0,084	-0,504	0,559	-0,408	0,218	0,023
SMA Negeri	0,406	-0,190	-0,372	0,418	0,052	-0,087	-0,069	-0,687
SMK Negeri	0,109	0,662	-0,007	0,211	-0,098	0,307	0,627	-0,096
Guru SD	0,391	-0,102	0,522	0,018	-0,575	-0,452	0,168	-0,015
Guru SMP	0,439	0,046	-0,157	-0,536	-0,364	0,531	-0,272	-0,063
Guru SMA	0,405	-0,195	-0,398	0,355	-0,049	0,025	0,100	0,708
Guru SMK	0,091	0,668	-0,036	0,201	-0,047	-0,287	-0,639	0,108

Gambar 4 Output Software Minitab

Analisis K-Means

Penentuan jumlah cluster optimal dilakukan menggunakan metode Elbow yang dihitung melalui Python. Metode ini menghitung nilai Within-Cluster Sum of Squares (WCSS) untuk beberapa jumlah cluster ($k = 1-9$). Grafik Elbow menunjukkan bahwa penurunan WCSS paling tajam terjadi pada $k = 1$ ke $k = 2$ dan $k = 2$ ke $k = 3$, sedangkan setelah $k = 3$ penurunan mulai melandai. Dengan demikian, titik siku (elbow point) muncul pada $k = 3$, sehingga jumlah cluster optimal dalam penelitian ini adalah tiga cluster. Berikut hasil metode elbow.



Gambar 5. Grafik Metode Elbow

Setelah jumlah cluster ditetapkan, dilakukan pengelompokan kecamatan di Kabupaten Kediri menggunakan algoritma K-Means dengan $k = 3$. Proses clustering dilakukan pada data yang telah distandarisasi untuk menghilangkan perbedaan skala antarvariabel. Hasil pengelompokan

menunjukkan pembagian kecamatan ke dalam tiga cluster dengan karakteristik berikut:

- Cluster 1

Merupakan kelompok kecamatan dengan ketersediaan fasilitas pendidikan relatif tinggi, ditandai dengan jumlah sekolah dan tenaga guru yang lebih banyak dibandingkan dua cluster lainnya. Kecamatan dalam cluster ini memiliki fasilitas pendidikan yang lebih memadai sehingga tingkat pemerataan relatif lebih baik.

- Cluster 2

Berisi kecamatan dengan tingkat ketersediaan sekolah dan guru pada kategori sedang. Fasilitas pendidikan di wilayah-wilayah ini tidak setinggi cluster 1, namun juga tidak terlalu rendah. Cluster ini menggambarkan wilayah dengan kondisi menengah yang memerlukan peningkatan fasilitas, tetapi tidak dalam tingkat paling kritis.

- Cluster 3

Merupakan kelompok kecamatan dengan jumlah sekolah dan guru yang relatif lebih sedikit. Wilayah-wilayah dalam cluster ini menjadi prioritas utama dalam pemerataan fasilitas pendidikan karena menunjukkan kekurangan signifikan baik dari sisi sekolah maupun tenaga pendidik.

Penggunaan tiga cluster memberikan gambaran yang lebih detail mengenai kondisi pemerataan fasilitas pendidikan di Kabupaten Kediri. Struktur tiga kelompok ini memungkinkan identifikasi wilayah dengan kondisi sangat baik, sedang, dan kurang, sehingga rekomendasi kebijakan dapat disesuaikan secara lebih tepat sasaran.

Berikut hasil analisis cluster K-Means.

Tabel 3. Jumlah Anggota Cluster

	Jumlah Anggota
Cluster 1	11
Cluster 2	9
Cluster 3	6

Adapun persebaran Kecamatan di Kabupaten Kediri tahun 2024 berdasarkan cluster yang ditunjukkan. Dengan warna kuning adalah cluster 1 dan warna hijau adalah cluster 2, sedangkan cluster 3 warna biru.

- vol. 3, pp. 53–59, 2021, doi: 10.37034/infed.v3i2.66.
- [12] Dewi, E. Y. T. P., & Kamila, I. (2022). Pengelompokan wilayah berdasarkan faktor pendukung pendidikan dengan jumlah sekolah dan jumlah guru menggunakan algoritma K-Means. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(1), 1–12.
- [13] Talakua, M. W., Leleury, Z. A., & Talluta, A. W. (2017). Analisis Cluster dengan Menggunakan Metode K-Means untuk Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Maluku Berdasarkan Indikator Indeks Pembangunan Manusia Tahun 2014. *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 11(2), 119–128.
- [14] Rohali, R. A., & Nuramaliyah, R. (2025). Pemetaan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur Berdasarkan Indeks Pembangunan Manusia Menggunakan Analisis Biplot dan K-Means. *Prosiding Seminar Nasional Universitas Terbuka*, 2(1), 18–27.
- [15] Khotimah, N. H., & Zakaria, L. (2023). Analisis Biplot Berdasarkan Data Produktivitas Padi. *Jurnal Statistika dan Sains Data*, 4(1).
- [16] Octavia, R., Pogalin, M., Mongi, C. E., & Nainggolan. (2020). Analisis Biplot untuk Pemetaan Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Utara Berdasarkan Beberapa Variabel Pendidikan. *Jurnal Matematika dan Aplikasi Statistika*, 5(2), 45–53.
- [17] Srinadi, I. G. A. M. S., & Sumarjaya, I. W. (2016). Penerapan Analisis Biplot dalam Kajian Data Pendidikan. *Jurnal Matematika*, 6(1), 15–22.
- [18] Gobel, T. V., Hatidja, D., & Komalig, H. (2013). Karakteristik Kualitas Pengajar Berdasarkan Faktor Mutu Pelayanan di Jurusan Matematika FMIPA UNSRAT Menggunakan Analisis Biplot. *Jurnal Matematika FMIPA UNSRAT*, 2(1), 29–33.
- [19] Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: A review and recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 374(2065), 20150202.
- [20] Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.
- [21] G. Gustientiedina, M. H. Adiya, and Y. Desnelita, "Penerapan Algoritma K-Means Untuk Clustering Data Obat-Obatan," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 17–24, 2019, doi: 10.25077/teknosi.v5i1.2019.17-24.
- [22] Sitepu, R., & Gultom, D. B. (2011). Analisis Cluster terhadap Tingkat Pencemaran Udara pada Sektor Industri di Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*, 14(1), 55–61.
- [23] Talakua, M. W., Leleury, Z. A., & Talluta, A. W. (2017). Analisis Cluster dengan Menggunakan Metode K-Means untuk Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Maluku Berdasarkan Indikator Indeks Pembangunan Manusia Tahun 2014. *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 11(2), 119–128.
- [24] Afifi, Wakhid, Nastiti, Dhiya'an Ramadhanty, and Aini, Qurrotul, "Clustering K-Means Pada Data Ekspor (Studi Kasus:PT. Gaikindo)," *Jurnal SIMETRIS.*, vol. 11, no. 1, pp. 45-50, 2020.
- [25] Cui, M. (2020). *Introduction to the K-Means Clustering Algorithm Based on the Elbow Method. Geoscience and Remote Sensing*, 3, 9–16. Clausius Press.