

PEMETAAN KABUPATEN/KOTA DI SUMATERA BARAT BERDASARKAN INDIKATOR KESEJAHTERAAN RAKYAT TAHUN 2024 MENGGUNAKAN ANALISIS BILOT DAN K-MEANS

Mutiara Sari^{1*}, Nuramaliyah²

^{1,2}Program Studi Statistika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka

*Penulis korespondensi: mtrsari03@gmail.com

ABSTRAK

Provinsi Sumatera Barat memiliki karakteristik wilayah yang beragam sehingga tingkat kesejahteraan antar kabupaten/kota tidak merata. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh faktor pendidikan, kesehatan, kemiskinan, ketenagakerjaan, serta pola konsumsi yang mencerminkan kualitas hidup masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Barat tahun 2024 berdasarkan indikator kesejahteraan rakyat menggunakan analisis biplot dan *K-Means*. Data sekunder diperoleh dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik yang mencakup indikator pendidikan, kesehatan, kemiskinan, kependudukan, ketenagakerjaan, konsumsi, dan aspek sosial lainnya. Analisis biplot digunakan untuk menggambarkan keterkaitan antar indikator serta posisi relatif setiap wilayah terhadap indikator kesejahteraan, sedangkan *K-Means* diterapkan untuk mengelompokkan kabupaten/kota berdasarkan kemiripan karakteristiknya. Hasil penelitian menunjukkan terdapat dua kelompok wilayah dengan karakteristik kesejahteraan berbeda. Kelompok pertama terdiri dari 7 kota dengan kesejahteraan tinggi. Kelompok kedua terdiri dari 12 kabupaten dengan kesejahteraan relatif lebih rendah, di mana Kabupaten Kepulauan Mentawai menempati posisi paling ekstrem dengan tantangan kesejahteraan paling berat. Temuan ini menunjukkan adanya ketimpangan kesejahteraan di Provinsi Sumatera Barat dan dapat menjadi dasar perencanaan pembangunan daerah yang lebih terarah.

Kata kunci: Kesejahteraan Rakyat, Bilot, *K-Means*, Pemetaan Wilayah, Sumatera Barat.

1 PENDAHULUAN

Kesejahteraan rakyat mencerminkan kualitas hidup masyarakat melalui akses pendidikan, layanan kesehatan, kesempatan kerja, serta pola konsumsi rumah tangga. Data BPS Sumatera Barat terbaru menunjukkan bahwa pada Maret 2024 terdapat 345,73 ribu penduduk miskin atau 5,97 persen, meningkat dibandingkan tahun sebelumnya, dengan kemiskinan lebih tinggi di perdesaan (7,28%) dibanding perkotaan (4,72%) (BPS Provinsi Sumatera Barat, 2024b). Garis kemiskinan juga naik menjadi Rp708.416 per kapita per bulan, dan lebih dari 75 persen komponen garis kemiskinan masih ditentukan oleh kebutuhan makanan, terutama beras, rokok kretek filter, dan cabai merah. Ketimpangan ini terlihat pula dari nilai Indeks Kedalaman Kemiskinan (P1) yang lebih tinggi di perdesaan (0,888) dibanding perkotaan (0,605), menunjukkan jarak pendapatan penduduk miskin terhadap garis kemiskinan masih cukup besar (BPS Provinsi Sumatera Barat, 2024b). Kondisi tersebut mencerminkan bahwa kesejahteraan masyarakat tidak merata antarwilayah terutama antara daerah dengan akses ekonomi dan infrastruktur yang lebih baik dibandingkan wilayah yang bergantung pada sektor pertanian. Karakter geografis dan demografis Sumatera Barat yang beragam memicu ketidakmerataan

kesejahteraan daerah dengan infrastruktur terbatas dan akses publik rendah cenderung tertinggal, sedangkan wilayah perkotaan bisa lebih maju. Analisis spasial pembangunan di Indonesia memperlihatkan hubungan signifikan antara modal manusia (seperti tingkat sekolah rata-rata) dan ketimpangan antar-wilayah (Suparman & Muzakir, 2023). Selain itu, distribusi pembangunan wilayah Indonesia juga dipengaruhi oleh konsentrasi investasi dan mobilitas ekonomi lokal, yang menurut penelitian memperkuat disparitas antar daerah (Nasution et al., 2025).

Pendekatan statistik multivariat menjadi penting ketika indikator kesejahteraan suatu wilayah saling berkaitan dan membentuk pola yang tidak dapat dibaca melalui analisis sederhana. Visualisasi multivariat melalui biplot memperlihatkan hubungan linear antarindikator sekaligus posisi relatif setiap daerah, penerapan metode ini pada 19 kabupaten/kota di Sumatera Barat menghasilkan empat kelompok wilayah karakteristik pembangunan yang berbeda dimana sebagian kelompok masih menunjukkan nilai kesejahteraan yang rendah dan perlu diprioritaskan peningkatannya (Shobia & Kurniawati, 2025). Pendekatan klaster juga memperkuat pola tersebut. Melalui pengelompokan berbasis validitas Koefisien *Silhouette*, perbedaan kesejahteraan terlihat jelas pada indikator pendidikan, kesehatan, kriminalitas, kemiskinan, sosial, dan ketenagakerjaan, serta memperlihatkan bahwa Kota Padang berada pada posisi terbaik untuk sebagian besar indikator (Izzaty et al., 2020).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode klasterisasi dan visualisasi multivariat telah banyak diterapkan untuk memetakan perbedaan kesejahteraan antarwilayah. Dakhi & Ningsi (2024) mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara menggunakan metode *K-Means* berdasarkan indikator kesejahteraan rakyat dan menghasilkan empat klaster wilayah dengan karakteristik sosial ekonomi yang berbeda. Akmal et al. (2025) juga menerapkan *K-Means* untuk menganalisis pengelompokan kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Selatan berdasarkan Indeks Pembangunan Manusia, dan hasilnya menunjukkan adanya variasi yang signifikan dalam indikator kesehatan, pendidikan, serta ekonomi antarwilayah. Penelitian yang dilakukan oleh Rohali (2025) yang menggunakan kombinasi analisis biplot sebagai alat visualisasi hubungan antarindikator dan metode *K-Means* untuk membentuk klaster kesejahteraan pada kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Ketiga penelitian tersebut membuktikan bahwa biplot efektif menggambarkan posisi relatif wilayah dan keterkaitan antarvariabel, sementara *K-Means* mampu membentuk klaster yang jelas sehingga mendukung pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini.

Meskipun metode serupa telah digunakan, penelitian yang secara spesifik memetakan kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Barat tahun 2024 menggunakan indikator resmi kesejahteraan rakyat masih terbatas. Padahal provinsi ini memiliki keragaman sosial-ekonomi yang tinggi sehingga diperlukan analisis mutakhir untuk mengetahui distribusi kesejahteraan serta menentukan prioritas pembangunan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan sebaran kesejahteraan wilayah, menganalisis keterkaitan antarindikator serta posisi relatif kabupaten/kota menggunakan biplot sebagai media visualisasi, dan mengelompokkan wilayah ke dalam klaster kesejahteraan menggunakan metode *K-Means*.

2 METODE

2.1 Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari situs resmi Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sumatera Barat bersumber dari publikasi Indikator Kesejahteraan Rakyat 2024. Variabel penelitian dipilih dengan mempertimbangkan

indikator kesejahteraan yang paling relevan dan menggambarkan kondisi. 5 variabel yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Representasi dari
X1	Umur Harapan Hidup	Dimensi Kesehatan & Gizi
X2	Rata-Rata Lama Sekolah	Pendidikan & Kualitas SDM
X3	Tingkat Pengangguran Terbuka	Ketenagakerjaan & Kondisi Ekonomi
X4	Pengeluaran Per Kapita untuk Makanan	Taraf & Pola Konsumsi
X5	Jumlah Penduduk Miskin	Kondisi Kemiskinan

Sumber: (BPS Provinsi Sumatera Barat, 2024a)

2.2 Analisis Biplot

Analisis biplot merupakan metode multivariat yang digunakan untuk menampilkan objek (kabupaten/kota) dan variabel penelitian secara bersamaan dalam satu bidang grafik dua dimensi. Dengan biplot, pola hubungan antar variabel, kemiripan antar wilayah serta karakteristik dominan setiap wilayah dapat divisualisasikan secara jelas. Menurut Zulhayana (2024), biplot merupakan teknik statistik deskriptif multidimensi yang mampu mereduksi data berdimensi besar menjadi representasi dua dimensi tanpa menghilangkan informasi utama. Biplot menyajikan 2 komponen utama:

1. Plot skor (G) → memvisualisasikan posisi kabupaten/kota berdasarkan nilai kelima variabel.
2. Plot loading (H) → menunjukkan arah dan kekuatan masing-masing variabel dalam menjelaskan perbedaan antar wilayah.

Dengan menggabungkan kedua komponen tersebut dalam satu grafik, biplot memudahkan peneliti dalam melihat hubungan antar variabel serta pemetaan kesejahteraan antar daerah.

2.2.1 Penguraian *Singular Value Decomposition* (SVD)

Mendekomposisi matriks data X berukuran $n \times p$, di mana n merepresentasikan jumlah objek pengamatan dan p merepresentasikan jumlah variabel, menjadi tiga matriks yaitu U , Σ , dan V^T . Ketika matriks data telah disesuaikan terhadap nilai rata-ratanya (*mean-centered*), dekomposisi SVD ini dapat digunakan untuk memperoleh struktur utama dari variabilitas data, terutama dalam konteks *Principal Component Analysis* (PCA) (Kim & You, 2024).

n : jumlah kabupaten/kota

$p = 5$: jumlah variabel penelitian

Matriks data tersebut diuraikan menjadi tiga matriks sebagai berikut (Kim & You, 2024):

$$X_{n \times p} = U_{n \times r} L_{r \times r} A'_{r \times p}$$

keterangan:

$U_{n \times r}$ → matriks skor objek (*vektor singular* kolom)

$L_{r \times r}$ → matriks diagonal berisi nilai singular

$A'_{r \times p}$ → matriks loading variabel (*vektor singular* baris)

Nilai singular pada matriks L diperoleh dari akar kuadrat nilai eigen matriks $X'X$. Dekomposisi SVD ini menghasilkan dasar matematis bagi perhitungan koordinat biplot.

2.2.2 Faktorisasi Matriks

Setelah diperoleh matriks U, L, A , langkah selanjutnya adalah membentuk matriks koordinat G (skor objek) dan H (skor variabel) dengan parameter skala $\alpha (0 \leq \alpha \leq 1)$:

$$G = UL^\alpha$$

$$H' = L^{1-\alpha} A'$$

sehingga:

$$X = GH'$$

Dalam penelitian ini digunakan $\alpha = 0$, karena:

1. Memudahkan interpretasi
2. Matriks G menjadi identik dengan matriks u
3. Matriks $h = a$ sehingga lebih mudah menilai kontribusi variabel

Dengan $\alpha = 0$, diperoleh:

$$X'X = HH' = (n - 1)S$$

di mana S adalah matriks kovarian dari variabel penelitian. Arah vektor pada matriks H menunjukkan pengaruh masing-masing variabel terhadap dimensi biplot sedangkan panjang vektor menggambarkan besar kontribusinya.

2.2.3 Ukuran Keragaman Biplot

Data yang digunakan dalam analisis biplot direduksi ke dalam dimensi yang lebih rendah. Untuk mengukur sejauh mana pendekatan ini dilakukan perlu dihitung total inersia. Total inersia menggambarkan persentase kategori atau informasi yang hilang. Nilai total inersia dapat diperoleh dengan menggunakan notasi berikut (Warsito & Saleh, 2023).

Ukuran keragaman ditentukan berdasarkan dua nilai eigen terbesar dari matriks $X'X$, yaitu:

$$\tau_d = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\sum_{k=1}^p \lambda_k}$$

keterangan:

$\lambda_1, \lambda_2 \rightarrow$ dua nilai eigen terbesar

$\sum \lambda_k \rightarrow$ total nilai eigen

Jika nilai τ mendekati $\geq 70\%$, maka representasi biplot dianggap baik karena mampu menjelaskan sebagian besar keragaman data dalam dua dimensi.

2.3 Metode K-Means

Penelitian ini menggunakan *K-Means Clustering* yaitu metode non-hierarki yang membentuk kluster dengan meminimalkan jarak antara data dan pusat kluster (*centroid*). Metode ini dipilih karena efisien untuk data numerik, mampu menangani jumlah objek yang besar serta mudah diintegrasikan dengan visualisasi PCA dan biplot untuk memperjelas pola kluster (Shobia & Kurniawati, 2025).

Menurut (Sadeghi et al., 2024) langkah-langkah *K-Means* adalah:

1. Menentukan jumlah kluster k sesuai tujuan penelitian.
2. Menentukan *centroid* awal untuk masing-masing kluster.
3. menghitung jarak *Euclidean* antara objek dan *centroid* menggunakan rumus:

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

4. Mengelompokkan objek ke kluster terdekat berdasarkan nilai jarak minimum.
5. Memperbarui *centroid* berdasarkan rata-rata anggota kluster
6. Mengulangi proses iterasi hingga tidak ada lagi objek yang berpindah kluster (konvergen).

2.4 Langkah Analisis

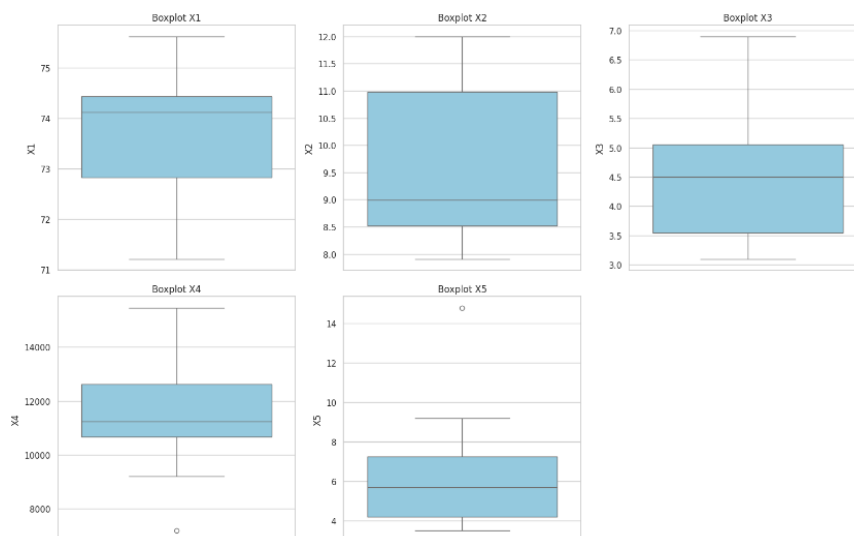
Adapun tahapan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan analisis deskriptif awal
2. Menyusun data penelitian dalam bentuk matriks $X_{n \times 5}$
dengan n adalah jumlah kabupaten/kota dan 5 variabel terpilih.
3. Melakukan analisis biplot melalui tahapan berikut (Rahmawati & Setyowati, 2023):
 - a. Menghitung matriks $X'X$.
 - b. Menghitung nilai eigen dari matriks tersebut dan memilih dua nilai eigen terbesar.
 - c. Melakukan SVD (*Singular Value Decomposition*) untuk mendapatkan matriks U , L , dan A .
 - d. Menghitung proporsi keragaman (τ) untuk menilai kelayakan biplot ($\geq 70\%$).
 - e. Membentuk matriks koordinat G dan H.
 - f. Membuat grafik biplot dan menafsirkan arah serta kekuatan variabel terhadap masing-masing kabupaten/kota.
4. Melakukan analisis kluster *K-Means* dengan langkah:
 - a. Menentukan jumlah kluster (k) yang ingin diteliti.
 - b. Menghitung jarak *Euclidean* antar objek.
 - c. Mengelompokkan objek ke kluster sementara.
 - d. Menghitung *centroid* baru.
 - e. Mengulangi iterasi sampai kluster stabil.
5. Menginterpretasikan hasil biplot dan kluster untuk memetakan karakteristik kesejahteraan kabupaten/kota.
6. Menarik kesimpulan mengenai hubungan variabel kesejahteraan dan pengelompokan wilayah di Provinsi Sumatera Barat.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif terhadap variabel-variabel kesejahteraan rakyat yang dapat dilihat melalui boxplot pada Gambar 1. Boxplot memberikan gambaran mengenai pola persebaran data, median, rentang interkuartil serta keberadaan nilai ekstrem dari masing-masing variabel (X_1 – X_5).



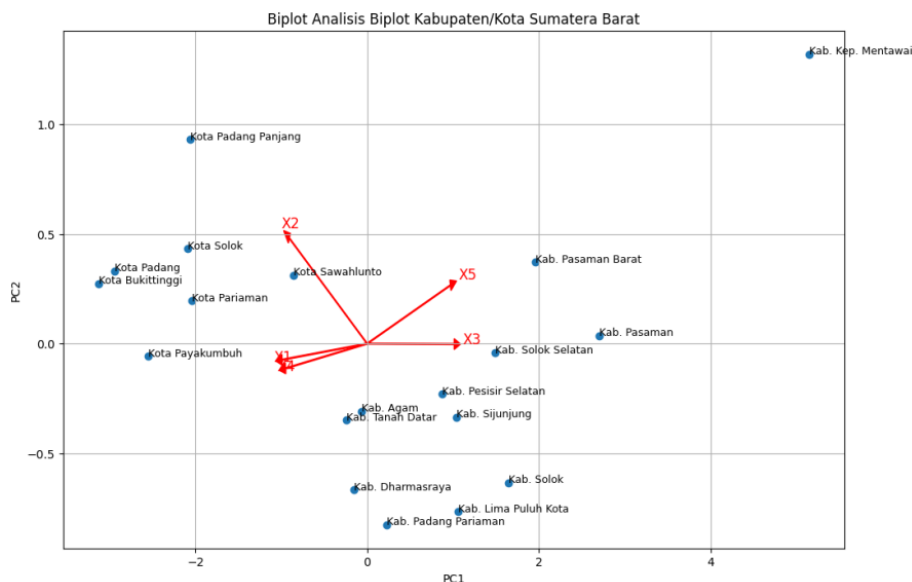
Gambar 1. Boxplot Variabel X1–X5 Kesejahteraan Rakyat di Provinsi Sumatera Barat Tahun 2024

Boxplot variabel X1 menunjukkan sebaran data yang relatif sempit menandakan nilai UHH antar kabupaten/kota di Sumatera Barat cukup homogen. Median berada pada posisi sedikit di atas tengah kotak menunjukkan distribusi yang cenderung simetris namun sedikit condong ke atas (*positively skewed*) dan tidak ada outlier sehingga tidak ada kabupaten/kota dengan nilai UHH yang ekstrem rendah maupun ekstrem tinggi. Pada Variabel X2 pola sebaran data terlihat lebih bervariasi dibandingkan X1. Median berada mendekati bagian bawah kotak menunjukkan *positively skewed*. Rentang data antar kabupaten/kota juga cukup lebar yang berarti terdapat perbedaan tingkat lama sekolah yang cukup signifikan antara daerah dan tidak ditemukan outlier sehingga keseluruhan persebaran tetap berada dalam rentang yang wajar.

Variabel X3 menunjukkan sebaran data dengan median berada tepat di tengah kotak mencerminkan distribusi yang relatif simetris. Rentang data tidak terlalu lebar bermakna bahwa tingkat pengangguran terbuka antar wilayah di Sumatera Barat tidak memiliki gap ekstrem dan tidak terdapat outlier yang berarti tidak ada kabupaten/kota yang menunjukkan kondisi pengangguran yang jauh berbeda dari daerah lainnya. Variabel X4 memiliki rentang data yang relatif luas terlihat dari panjang pada boxplot. Median berada sedikit di bawah tengah kotak menunjukkan *positively skewed*. Pada X4 terdapat satu outlier di bagian bawah menandakan adanya kabupaten/kota dengan tingkat pengeluaran per kapita makanan yang jauh lebih rendah dibandingkan daerah lainnya. Hal ini menunjukkan adanya ketimpangan daya beli antar wilayah di Sumatera Barat. Variabel X5 menunjukkan sebaran data yang cukup luas dengan median berada mendekati bagian tengah kotak. Dari Gambar terlihat adanya satu outlier yang cukup jauh di atas menunjukkan adanya kabupaten/kota dengan tingkat kemiskinan yang jauh lebih tinggi daripada daerah lainnya. Hal ini memperlihatkan perbedaan signifikan dalam kondisi kemiskinan antar wilayah. Distribusi data cenderung *symmetrically spread* yaitu menyebar secara simetris tetapi keberadaan outlier menunjukkan ketidakseimbangan yang perlu mendapat perhatian dalam analisis kesejahteraan.

3.2 Analisis Biplot

Berdasarkan tahapan analisis biplot terhadap data indikator kesejahteraan rakyat pada 19 kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Barat tahun 2024, diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil Biplot

Gambar 2 menunjukkan hasil pengelompokan kabupaten/kota berdasarkan lima indikator kesejahteraan rakyat. Informasi yang diperoleh dari biplot dijelaskan sebagai berikut:

a. Kedekatan antar Objek

Kedekatan antar objek pada biplot digunakan untuk melihat kabupaten/kota yang memiliki kemiripan karakteristik berdasarkan lima indikator kesejahteraan. Kabupaten/kota yang berada berdekatan dan dalam kuadran yang sama cenderung memiliki karakteristik kesejahteraan yang lebih mirip dibandingkan dengan objek yang berada pada kuadran berbeda. Berdasarkan Gambar 2 diperoleh sebagai berikut.

1. Kuadran 1 yaitu Pasaman Barat, Pasaman dan Kepulauan Mentawai berada dalam area yang sama dengan nilai komponen utama pertama (PC1) dan komponen kedua (PC2) yang cenderung positif. Kabupaten tersebut memiliki karakteristik Kesejahteraan yaitu jumlah penduduk miskin (X5). Kabupaten Kepulauan Mentawai tampak menonjol sebagai outlier karena posisinya yang jauh terpisah dari hampir seluruh titik lainnya. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh faktor geografis sebagai wilayah kepulauan yang secara alami memiliki akses terbatas dan menjadikan sebagai sebuah kasus khusus yang memerlukan analisis lebih mendalam dalam perencanaan pembangunan regional.
2. Kuadran 2 yaitu Padang Panjang, Solok, Sawahlunto, Bukittinggi, Padang, dan Pariaman. Posisi yang berkumpul di bagian kiri atas menunjukkan bahwa daerah-daerah ini memiliki karakteristik pada indikator pendidikan yaitu Rata-rata lama sekolah (X2)
3. Kuadran 3 yaitu Payakumbuh, Agam, Tanah Datar dan Dharmasraya. Kota/Kabupaten tersebut memiliki karakteristik Kesejahteraan yaitu Umur Harapan Hidup (X1) dan Pengeluaran Per kapita untuk makanan (X4)
4. Pada Kuadran 4 yaitu Solok, Lima Puluh Kota, Padang Pariaman, Sijunjung, Pesisir Selatan, dan Solok Selatan. Kabupaten tersebut tidak memiliki karakteristik kesejahteraan.

b. Keragaman Variabel

Keragaman variabel dalam biplot dapat dilihat dari panjang dan arah vektor masing-masing indikator kesejahteraan. Semakin panjang sebuah vektor semakin besar kontribusi variabel tersebut dalam menjelaskan variasi data pada komponen utama (PC1 dan PC2). Berdasarkan Gambar 2 terlihat X2 dan X5 memiliki panjang vektor yang lebih besar dibandingkan variabel lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut memiliki keragaman yang tinggi dan memberikan kontribusi paling signifikan dalam membedakan karakteristik antar kabupaten/kota di Sumatera Barat. Variabel X3 juga terlihat cukup panjang menandakan bahwa variabel ini turut berperan dalam menentukan penyebaran objek pada ruang biplot. Sementara itu X1 dan X4 relatif lebih pendek dibandingkan variabel lainnya. Ini menunjukkan bahwa keragaman kedua variabel tersebut lebih rendah dalam konteks data yang dianalisis. Dengan kata lain, nilai umur harapan hidup dan pengeluaran per kapita antar kabupaten/kota cenderung tidak terlalu berbeda secara signifikan jika dibandingkan dengan perbedaan pada variabel pendidikan, pengangguran dan kemiskinan. Perbedaan panjang vektor menggambarkan bahwa sebagian besar variasi atau perbedaan kesejahteraan antar wilayah lebih banyak dijelaskan oleh faktor pendidikan dan kondisi ekonomi.

c. Hubungan antar Variabel

Hubungan antar variabel dalam biplot dapat dilihat dari sudut yang dibentuk oleh vektor masing-masing indikator kesejahteraan. Sudut yang kecil (kurang dari 90°) menunjukkan hubungan positif sedangkan sudut yang lebih dari 90° menunjukkan hubungan negatif dan sudut mendekati 90° menandakan kedua variabel tidak saling berkorelasi. Berdasarkan Gambar 2, terlihat X2 memiliki arah yang hampir sejalan dengan X1 menunjukkan adanya hubungan positif yang kuat antara kedua variabel tersebut yang berarti kabupaten/kota dengan rata-rata lama sekolah lebih tinggi cenderung memiliki umur harapan hidup yang lebih baik. Sebaliknya, X3 tampak berlawanan arah dengan X1 dan X2 sehingga menggambarkan hubungan negatif. Pola ini menunjukkan bahwa daerah yang memiliki pendidikan dan kesehatan lebih baik cenderung memiliki tingkat pengangguran yang lebih rendah. Selain itu, X5 terlihat memiliki arah yang relatif sejalan dengan X3. Hal ini menandakan bahwa keduanya memiliki hubungan positif dimana kabupaten/kota dengan tingkat pengangguran lebih tinggi cenderung memiliki jumlah penduduk miskin yang lebih banyak. Sementara itu, X4 berada pada arah yang cukup dekat dengan X1 sehingga menunjukkan hubungan positif. Ini menandakan bahwa daerah yang memiliki pengeluaran makanan lebih besar umumnya memiliki tingkat kesehatan yang lebih baik. Secara keseluruhan hubungan antar variabel dalam biplot ini membentuk pola yang logis dimana variabel pendidikan, kesehatan, dan pengeluaran makanan bergerak dalam satu kelompok yang saling memperkuat. Untuk variabel pengangguran dan kemiskinan bergerak dalam kelompok berbeda yang berlawanan arah dengan kelompok pertama.

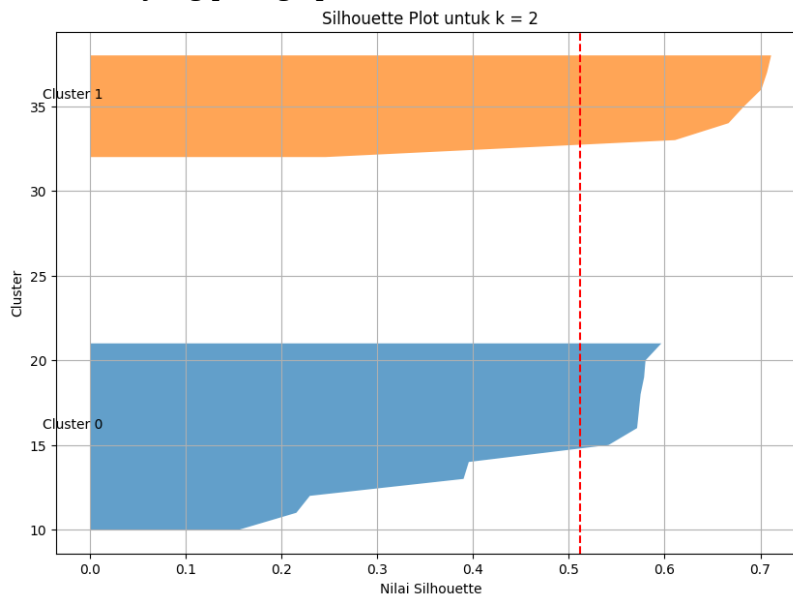
d. Nilai Variabel pada Suatu Objek

Nilai variabel pada suatu objek dalam biplot dapat dilihat dari posisi kabupaten/kota terhadap arah masing-masing vektor variabel. Suatu objek dikatakan memiliki nilai tinggi pada sebuah variabel apabila titik objek berada searah dengan vektor variabel tersebut dan relatif jauh menuju arah panahnya. Sebaliknya apabila objek berada berlawanan arah atau jauh dari vektor maka nilai variabel pada objek tersebut cenderung rendah. Berdasarkan Gambar 2 didapatkan Padang Panjang, Solok, Sawahlunto, Bukittinggi,

Padang, dan Pariaman sejalan dengan rata-rata lama sekolah (X2). Kabupaten Pasaman Barat dan Pasaman sejalan dengan Tingkat Pengangguran Terbuka (X3) dan Jumlah Penduduk Miskin (X5). Payakumbuh, Kabupaten Agam, Tanah Datar dan Dharmasraya sejalan dengan Umur Harapan Hidup (X1) dan Pengeluaran Per kapita untuk makanan (X4).

3.3 Analisis K-Means

Metode *K-Means* digunakan untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Barat berdasarkan kesamaan karakteristik indikator kesejahteraan rakyat. Penentuan jumlah klaster tidak ditetapkan secara langsung tetapi dapat menggunakan *Silhouette Score* untuk memperoleh jumlah klaster yang paling optimal.

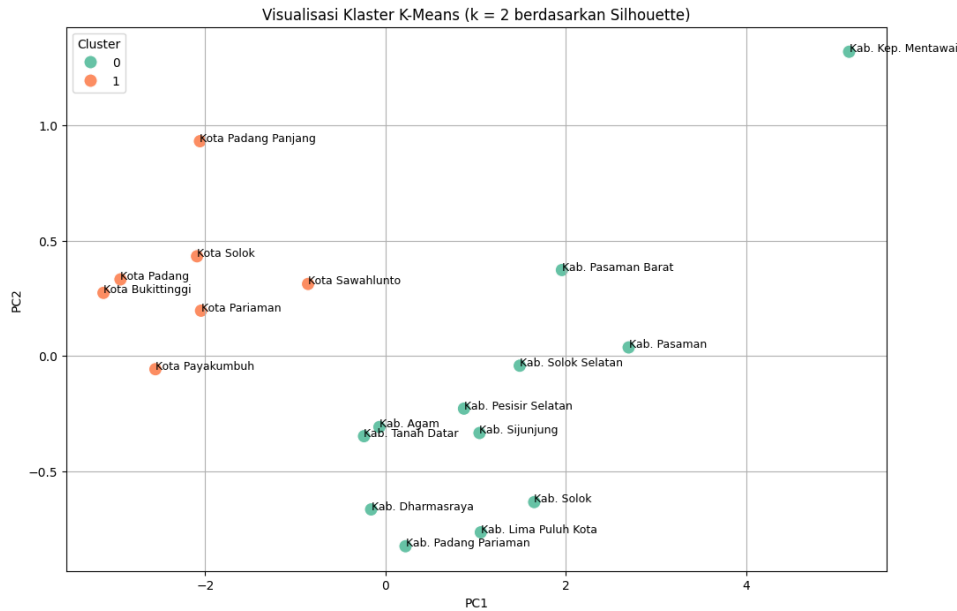


Gambar 3. Silhouette Plot

Berdasarkan pengujian nilai k dari 2 hingga 10 didapatkan nilai k yang paling optimal adalah 2. Pemilihan ini didasarkan pada hasil perhitungan *Silhouette Score* dimana $k = 2$ menghasilkan nilai tertinggi yaitu 0.5119776559 lebih besar dibandingkan nilai yang diperoleh pada k lainnya. Dengan demikian didapatkan jumlah klaster yang digunakan dalam analisis ditetapkan sebanyak $k = 2$.

Tabel 2. Jumlah Anggota Setiap Klaster

Klaster	Jumlah Anggota
Klaster 0	12
Klaster 1	7



Gambar 4. Visualisasi PCA Hasil Kluster *K-Means* Kabupaten/Kota di Sumatera Barat (2024)

Visualisasi PCA menampilkan persebaran kabupaten/kota pada dua komponen utama (PC1 dan PC2) yang merupakan representasi ringkas dari seluruh indikator kesejahteraan rakyat. Warna pada titik menggambarkan kluster hasil pengelompokan menggunakan *K-Means*. Interpretasinya sebagai berikut:

1. Kluster 1 (warna oranye)

Kelompok berwarna oranye terkonsentrasi pada sisi negatif PC1 dan sebagian besar berada pada sisi positif PC2. Daerah-daerah seperti Padang, Bukittinggi, Solok, Sawahlunto, Padang Panjang, Pariaman, dan Payakumbuh menempati posisi berdekatan. Pola ini menunjukkan bahwa kota-kota tersebut memiliki profil kesejahteraan yang relatif lebih baik dengan umur harapan hidup dan rata-rata lama sekolah yang lebih tinggi, tingkat pengangguran yang lebih rendah, serta pengeluaran per kapita untuk makanan dan jumlah penduduk miskin yang lebih rendah. Kedekatan titik antar kota memperlihatkan kesamaan karakteristik pembangunan perkotaan di mana infrastruktur, layanan publik, dan peluang ekonomi cenderung homogen.

2. Kluster 0 (warna hijau)

Titik berwarna hijau tersebar dari area tengah hingga positif PC1 dan cenderung negatif pada PC2. Kluster ini merupakan kelompok terbesar yang mencakup hampir seluruh kabupaten seperti Mentawai, Pesisir Selatan, Solok, Sijunjung, Tanah Datar, Agam, Lima Puluh Kota, Dharmasraya, Padang Pariaman, Pasaman, Pasaman Barat, dan Solok Selatan. Karakteristik kluster ini menunjukkan umur harapan hidup dan rata-rata lama sekolah yang lebih rendah, tingkat pengangguran yang bervariasi namun umumnya lebih tinggi, pengeluaran per kapita untuk makanan yang lebih tinggi serta jumlah penduduk miskin yang lebih besar. Penyebaran titik yang lebih melebar menunjukkan keragaman kondisi kesejahteraan antar kabupaten dengan Kabupaten Kepulauan Mentawai yang terletak paling ekstrem pada sisi positif PC1 dan PC2 mengindikasikan tantangan kesejahteraan paling berat.

3.4 Analisis Perbandingan Metode Biplot dan *K-Means*

Perbandingan antara analisis Biplot dan metode *K-Means* menunjukkan bahwa kedua pendekatan menghasilkan pola yang konsisten dalam menggambarkan kondisi kesejahteraan kabupaten/kota di Sumatera Barat meskipun keduanya bekerja dengan prinsip berbeda. Biplot menampilkan sebaran objek pada ruang dua dimensi (PC1–PC2) sekaligus memperlihatkan hubungan antarvariabel kesejahteraan (X1–X5). Pendekatan ini memudahkan interpretasi visual mengenai kedekatan antarobjek dan kontribusi variabel terhadap perbedaan kabupaten/kota. Dari analisis biplot didapatkan keragaman indikator kesejahteraan paling besar adalah X2 (Rata-Rata Lama Sekolah) yang menunjukkan pendidikan sebagai pembeda utama antarwilayah. Variabel yang saling berkorelasi positif adalah X1 (Umur Harapan Hidup) dan X4 (Pengeluaran Per Kapita untuk Makanan) mengindikasikan bahwa daerah dengan pengeluaran pangan lebih tinggi cenderung memiliki umur harapan hidup lebih baik. Sedangkan *K-Means* memberikan pengelompokan yang lebih tegas dan kuantitatif dengan setiap objek ditempatkan pada kluster tertentu berdasarkan jarak numerik. Dengan $k=2$ yaitu kluster kota-kota dengan kesejahteraan tinggi dan kluster kabupaten dengan kondisi kesejahteraan lebih rendah. Meskipun masuk dalam kluster kabupaten, Kabupaten Kepulauan Mentawai menunjukkan posisi paling ekstrem yang mencerminkan tantangan kesejahteraan tersendiri. Berikut tabel perbandingan kluster yang diperoleh dari kedua metode:

Tabel 3. Perbandingan Kluster Biplot dan *K-Means* Kabupaten/Kota Sumatera Barat (2024)

Kabupaten/Kota	Kluster Biplot	Kluster <i>K-Means</i>
Padang	Kuadran 2	Kluster 1
Bukittinggi	Kuadran 2	Kluster 1
Padang Panjang	Kuadran 2	Kluster 1
Solok	Kuadran 2	Kluster 1
Sawahlunto	Kuadran 2	Kluster 1
Pariaman	Kuadran 2	Kluster 1
Payakumbuh	Kuadran 3	Kluster 1
Agam	Kuadran 3	Kluster 0
Tanah Datar	Kuadran 3	Kluster 0
Dharmasraya	Kuadran 3	Kluster 0
Solok	Kuadran 4	Kluster 0
Solok Selatan	Kuadran 4	Kluster 0
Lima Puluh Kota	Kuadran 4	Kluster 0
Padang Pariaman	Kuadran 4	Kluster 0
Sijunjung	Kuadran 4	Kluster 0
Pesisir Selatan	Kuadran 4	Kluster 0
Pasaman Barat	Kuadran 1	Kluster 0
Pasaman	Kuadran 1	Kluster 0
Kepulauan Mentawai	Kuadran 1	Kluster 0

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis didapatkan metode *K-Means* lebih baik digunakan untuk pengelompokan kabupaten/kota di Sumatera Barat karena mampu memberikan kluster yang jelas dan kuantitatif sedangkan Biplot lebih unggul dalam visualisasi hubungan antarvariabel. Hasil *K-*

Means menunjukkan terdapat dua klaster utama yaitu klaster pertama terdiri dari 7 kota dengan kesejahteraan tinggi yang ditandai oleh umur harapan hidup lebih tinggi, rata-rata lama sekolah lebih panjang, tingkat pengangguran lebih rendah, serta penduduk miskin yang lebih sedikit. Klaster kedua mencakup seluruh kabupaten dengan 12 kabupaten dengan kesejahteraan relatif lebih rendah dimana Kabupaten Kepulauan Mentawai menempati posisi paling ekstrem dengan tantangan kesejahteraan paling berat akibat isolasi geografis dan keterbatasan akses terhadap layanan dasar. Implikasi dari temuan ini adalah: (1) ketimpangan kesejahteraan antara wilayah perkotaan dan kabupaten terlihat jelas, (2) prioritas pembangunan dapat difokuskan pada daerah-daerah kabupaten terutama wilayah kepulauan dan terpencil, (3) intervensi khusus diperlukan untuk Kabupaten Kepulauan Mentawai dalam aspek pendidikan, kesehatan, dan infrastruktur, dan (4) pemetaan ini menjadi dasar perumusan kebijakan pembangunan yang lebih tepat sasaran untuk mengurangi disparitas kesejahteraan antarwilayah di Sumatera Barat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian. Ucapan terimakasih disampaikan kepada BPS Provinsi Sumatera Barat atas data dan informasi sehingga penulis bisa melakukan penelitian menggunakan data yang bersumber dari BPS. Semoga Hasil Penelitian bermanfaat dan menjadi acuan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, M. N. N., Yusuf, A., Munier, A. M., & Noor, M. T. R. (2025). Analisis K-Means Cluster Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Selatan berdasarkan Indikator Indeks Pembangunan Manusia. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 14(2), 125–131. <https://doi.org/10.34010/komputika.v14i2.16301>
- BPS Provinsi Sumatera Barat. (2024a). *Indikator Kesejahteraan Rakyat Provinsi Sumatera Barat 2024*.
- BPS Provinsi Sumatera Barat. (2024b). *Profil Kemiskinan di Sumatera Barat 2024* (Issue 41). <https://sumbar.bps.go.id/id/pressrelease/2024/07/01/1309/persentase-penduduk-miskin-di-sumatera-barat-pada-maret-2024-sebesar-5-97-persen-.html>
- Dakhi, Y. L., & Ningsi, B. A. (2024). Pengelompokan Kabupaten dan Kota Provinsi Sumatera Utara Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat Menggunakan Algoritma K-Means. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(3), 993–1003. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i3.1381>
- Izzaty, U., Rahmi HG, I., & Devianto, D. (2020). PENGKLAUSTERAN KABUPATEN/KOTA DI PROVINSI SUMATERA BARAT BERDASARKAN INDIKATOR KESEJAHTERAAN MASYARAKAT DENGAN VALIDITAS KOEFISIEN SILHOUETTE. *Jurnal Matematika UNAND*, 9(2), 192–198. <https://doi.org/10.25077/jmu.9.2.192-198.2020>
- Kim, D., & You, K. (2024). PCA, SVD, and Centering of Data. *ArXiv*, 1–16. <http://arxiv.org/abs/2307.15213>
- Nasution, A. R., Mardhiyah, A., & ... (2025). Exploration of development inequality models in north Sumatera. *International Journal of ...*, 13(1), 27–33. <https://www.ijafibs.pelnu.ac.id/index.php/ijafibs/article/view/343%0Ahttps://www.ijafibs.pelnu.ac.id/index.php/ijafibs/article/download/343/232>
- Rahmawati, A., & Setyowati, E. (2023). K-Means Cluster Analysis for District or City Clustering in Bengkulu Province based on The Number of Base Transceiver Stations and

- The Strength of Cell Phone Signal. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 8(1), 184. <https://doi.org/10.24114/cess.v8i1.40913>
- Rohali, R. A., & Nuramaliyah. (2025). Pemetaan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur Tahun 2023 Berdasarkan Karakteristik Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan Menggunakan Analisis Biplot dan Klasterisasi K-Means. *Universitas Terbuka*, 2(1), 3047–6569.
- Sadeghi, M., Casey, P., Carranza, E. J. M., & Lynch, E. P. (2024). Principal components analysis and K-means clustering of till geochemical data: Mapping and targeting of prospective areas for lithium exploration in Västernorrland Region, Sweden. *Ore Geology Reviews*, 167(March), 106002. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2024.106002>
- Shobia, M. I., & Kurniawati, Y. (2025). Grouping Regencies/Cities in West Sumatra Province Based on People's Welfare Indicator Using Biplot Analysis. *UNP Journal of Statistics and Data Science*, 3(3), 355–362. <https://doi.org/10.24036/ujsds/vol3-iss3/407>
- Suparman, S., & Muzakir, M. (2023). Regional inequality, human capital, unemployment, and economic growth in Indonesia: Panel regression approach. *Cogent Economics & Finance*, 11(2). <https://doi.org/10.1080/23322039.2023.2251803>
- Warsito, W., & Saleh, H. (2023). Analisis Biplot Untuk Pemetaan Program Studi Universitas Indraprasta Jakarta. *Prosiding Simposium Nasional Multidisiplin (SinaMu)*, 4(2002), 175. <https://doi.org/10.31000/sinamu.v4i1.7883>
- Zulhayana, S. (2024). Pemetaan Wilayah Berdasarkan Indikator Pemerataan Pendidikan menggunakan Biplot di Sumatera Utara. *Elektriese: Jurnal Sains Dan Teknologi Elektro*, 14(01), 145–152. <https://doi.org/10.47709/elektriese.v14i01.4585>