

PEMETAAN KARAKTERISTIK KABUPATEN DAN KOTA DI PROVINSI SUMATERA BARAT BERDASARKAN INDIKATOR KESEJAHTERAAN RAKYAT TAHUN 2025 MENGGUNAKAN ANALISIS *MULTIDIMENSIONAL SCALING*

Dini Wulandari. S^{1*}, Siti Hadijah Hasanah²

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

*Penulis korespondensi: diniwulandari786@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan karakteristik kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Barat berdasarkan indikator kesejahteraan rakyat tahun 2025, guna mengetahui tingkat kemiripan karakteristik antardaerah serta mengidentifikasi daerah yang memerlukan perhatian lebih dalam pembangunan kesejahteraan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Analisis *Multidimensional Scaling* dengan menggunakan variabel laju pertumbuhan penduduk, angka harapan hidup, rata-rata lama sekolah, harapan lama sekolah, pengeluaran per kapita, tingkat pengangguran terbuka, tingkat partisipasi angkatan kerja, persentase penduduk miskin, dan indeks kedalaman kemiskinan. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah perkotaan, seperti Kota Padang, Kota Bukittinggi, Kota Padang Panjang, Kota Payakumbuh, Kota Pariaman, Kota Sawahlunto, dan Kabupaten Tanah datar memiliki tingkat kesejahteraan relatif lebih tinggi yang didukung oleh tingginya pengeluaran per kapita. Sebagian besar wilayah kabupaten menunjukkan kemiripan pada aspek pendidikan, ketenagakerjaan, kependudukan dan kemiskinan. Kabupaten Kepulauan Mentawai merupakan wilayah yang paling berbeda dibandingkan daerah lainnya, yang ditandai dengan tingginya tingkat kemiskinan serta rendahnya pengeluaran per kapita dan rata-rata lama sekolah. Peta persepsi dua dimensi yang dihasilkan memiliki nilai *Stress* sebesar 4,11% dan nilai R^2 sebesar 99,83%, yang menunjukkan model *Multidimensional Scaling* mampu merepresentasikan data dengan tingkat ketepatan yang sangat baik. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan pembangunan yang lebih efektif dan tepat sasaran.

Kata kunci: kesejahteraan rakyat, *multidimensional scaling*, pemetaan, Sumatera Barat

1 PENDAHULUAN

Kesejahteraan rakyat merupakan salah satu indikator penting dalam mengukur keberhasilan pembangunan suatu daerah, tidak hanya ditinjau dari aspek ekonomi, tetapi juga dari berbagai dimensi sosial. Menurut (BPS Sumbar, 2025) kesejahteraan rakyat meliputi indikator kependudukan, kesehatan, pendidikan, ketenagakerjaan, konsumsi, perumahan, kemiskinan, serta sosial lainnya yang menjadi acuan dalam upaya peningkatan kualitas hidup. Pada tahun 2025, jumlah penduduk di Provinsi Sumatera Barat tercatat mencapai 5,91 juta jiwa dan diproyeksikan terus meningkat dari tahun ke tahun (BPS Sumbar, 2026). Namun, pertumbuhan penduduk belum diikuti pemerataan pembangunan sehingga memunculkan berbagai persoalan, seperti meningkatnya pengangguran, kebutuhan pemukiman, serta keterbatasan akses pendidikan dan

kesehatan. Tingkat pengangguran terbuka (TPT) tahun 2025 mencapai 5,62 % masih berada diatas target yang ditetapkan pemerintah Republik Indonesia (2024) sebesar 4,5-5,0. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penyerapan tenaga kerja belum berjalan secara optimal, meskipun proporsi penduduk usia produktif cukup besar yaitu 67,76 persen. Pengangguran menyebabkan output aktual yang dicapai lebih rendah dari atau dibawah output potensial. Akibatnya, tingkat kemakmuran masyarakat yang dicapai adalah lebih rendah dari tingkat yang akan dicapainya Azzahra dkk. (2024).

Penurunan kesejahteraan masyarakat karena menganggur tentunya akan meningkatkan peluang mereka terjebak dalam kemiskinan karena tidak memiliki pendapatan. Tingkat kemiskinan di Provinsi Sumatera Barat pada tahun 2025 sebesar 5,31 % masih berada di bawah target nasional kisaran pada 7,0-8,0 % (Republik Indonesia, 2024);(BPS Sumbar, 2026). Meskipun demikian kesenjangan kesejahteraan antardaerah masih terlihat signifikan. Peningkatan Indeks kedalaman kemiskinan (P1) mempresentasikan semakin tinggi nilai indeks, semakin jauh rata-rata pengeluaran penduduk dari garis kemiskinan (Hamid & Widodo, 2023). Peningkatan nilai P1 terjadi di beberapa kabupaten/kota diantaranya Kabupaten Kepulauan Mentawai, Kabupaten Pesisir Selatan dan Kota Padang (BPS Sumbar, 2026). Di sisi lain, Target penanggulangan kemiskinan difokuskan pada pengurangan jumlah penduduk miskin melalui pemenuhan kebutuhan dasar masyarakat dibidang kesehatan diukur dari angka harapan hidup, pendidikan diukur dari angka harapan lama sekolah dan rata-rata lama sekolah, serta ekonomi (standar hidup layak) diukur melalui pengeluaran per kapita yang disesuaikan (Nizhamul et al., 2023) Upaya pemerintah melalui kebijakan pengentasan kemiskinan merupakan upaya strategis yang bertujuan untuk mengurangi ketimpangan sosial dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat, terutama bagi kelompok yang paling rentan (Marsitadewi & Sudemen, 2025).

Perbedaan indikator kesejahteraan rakyat di Provinsi Sumatera Barat menunjukkan bahwa pembangunan yang dilakukan belum sepenuhnya merata. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan suatu kebijakan berupa gambaran pemetaan kemiripan karakteristik kabupaten kota di provinsi Sumatera Barat berdasarkan indikator-indikator kesejahteraan rakyat dan identifikasi kabupaten/kota mana saja yang perlu diperhatikan indikator kesejahteraan rakyat sehingga perumusan kebijakan pembangunan dapat lebih akurat dan tepat sasaran. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pendekatan statistik multivariat efektif dalam menganalisis kesejahteraan rakyat. Wijaya et al. (2024) menggunakan metode K-Means untuk mengelompokan provinsi di indonesia dan menemukan adanya perbedaan tingkat kesejahteraan antardaerah. Pendekatan serupa juga dilakukan (Putri & Sari, 2025) menggunakan metode Fuzzy C-Means, yang menghasilkan pengelompokan daerah ke dalam kategori kesejahteraan tinggi dan rendah, serta memberikan gambaran karakteristik tiap kelompok secara lebih fleksibel, dalam konteks yang lebih spesifik, Uswatunnisa dan Sari (2025) menunjukkan bahwa metode *clustering* berbasis *ensemble* mampu menghasilkan pengelompokan yang lebih stabil pada data kesejahteraan di Sumatera Barat, Selain itu, (Arisanti et al., 2024) melalui pendekatan klaster hierarki dalam jurnal bereputasi internasional juga menegaskan adanya ketimpangan kesejahteraan antardaerah di Indonesia.

Pendekatan yang tidak hanya mampu mengelompokkan tetapi juga memvisualisasikan kedekatan antardaerah secara intuitif, salah satunya melalui metode *Multidimensional Scaling*. Analisis *Multidimensional Scaling* merupakan salah satu metode analisis multivariat yang digunakan untuk merepresentasikan objek ke dalam ruang berdimensi rendah berdasarkan tingkat kemiripan atau ketakmiripan antar objek (Manjunatha et al., 2024). Dalam metode ini, kedekatan antar objek ditentukan berdasarkan jarak *Euclidean*, sehingga daerah dengan karakteristik yang

mirip akan berada pada posisi yang berdekatan, sedangkan daerah dengan karakteristik yang berbeda akan relatif berjauhan. Sehingga ini metode dapat digunakan untuk memberikan gambaran visual mengenai kemiripan karakteristik daerah berdasarkan indikator kesejahteraan rakyat di Provinsi Sumatera Barat Tahun 2025.

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 Provinsi Sumatera Barat Dalam Angka 2026 dan situs resmi BPS Kabupaten Padang Pariaman bersumber dari Publikasi Kabupaten Padang Pariaman dalam Angka 2026 (sumbar.bps.go.id dan padangpariamankab.bps.go.id). Variabel Penelitian yang digunakan adalah data indikator kesejahteraan rakyat tahun 2025. Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Barat terdiri Kabupaten Kepulauan Mentawai, Pesisir Selatan, Solok, Sijunjung, Tanah Datar, Padang Pariaman, Agam, Lima Puluh Kota, Pasaman, Solok Selatan, Dharmasraya, dan Pasaman Barat, Kota Padang, Solok, Sawahlunto, Padang Panjang, Bukittinggi, Payakumbuh, dan Pariaman (BPS Sumbar, 2026; BPS Kabupaten Padang Pariaman, 2026).

Tabel 2. Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Representasi dari Dimensi
X1	Laju Pertumbuhan Penduduk (%)	Kependudukan
X2	Angka Harapan Hidup (Tahun)	Kesehatan
X3	Rata-Rata Lama Sekolah (Tahun)	Pendidikan
X4	Angka Harapan Lama Sekolah (Tahun)	Pendidikan
X5	Pengeluaran Perkapita (ribuan)	Konsumsi
X6	Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) (%)	Ketenagakerjaan
X7	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) (%)	Ketenagakerjaan
X8	Persentase Penduduk Miskin (%)	Kemiskinan
X9	P1 (Indeks Kedalaman Kemiskinan) (Tahun)	Kemiskinan

Struktur data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Struktur data

Kab/kota	X_1	X_2	X_3	...	X_9
Kep.Mentawai	x_{11}	x_{21}	x_{31}	...	x_{91}
Pesisir Selatan	x_{12}	x_{22}	x_{32}	...	x_{92}
Solok	x_{13}	x_{23}	x_{33}	...	x_{93}
...	...	...	...	...	...
Pariaman	x_{1n}	x_{2n}	x_{3n}	...	x_{9n}

x_{pn} = nilai pengamatan variabel prediktor-p pada pengamatan ke-n

2.2 Analisis *Multidimensional Scaling* Metrik

Konsep dasar dari *multidimensional scaling* menurut Okada dan Imaizumi (2024) adalah jarak yang dihasilkan dalam ruang harus sesuai dengan *proximities* yang sebenarnya. Sehingga yang dilakukan oleh *multidimensional scaling* adalah mencari posisi dalam ruang dan koordinat untuk setiap stimuli. Diharapkan jarak yang dihasilkan akan mendekati nilai *proximities*.

Data jarak yang digunakan dalam penelitian ini adalah *multidimensional scaling* metrik menggunakan data rasio atau interval. *multidimensional scaling* metrik (*classical scaling*)

digunakan untuk menemukan himpunan titik dalam ruang dimensi n dimana masing-masing titik mewakili satu objek. Dalam classical scaling, *dissimilarities* (δ_{ij}) diperlakukan sama dengan jarak (d_{ij}), yaitu $\delta_{ij} = d_{ij}$

Tujuan dari *multidimensional scaling* adalah untuk mencari koordinat titik-titik dalam ruang *Euclidean* dari matriks jarak yang tersedia. Misalkan koordinat n titik dalam ruang *Euclidean* dimensi p adalah $\mathbf{x}_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$) dengan $\mathbf{x}_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik})$ dan $\mathbf{x}_j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jk})$. Jarak *Euclidean* antara titik ke- i dan ke- j adalah (Pach, 2024):

$$d_{ij}^2 = \sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2 \quad (1)$$

dimana :

d_{ij}^2 : jarak antar objek ke- i dan objek ke- j

x_{ik} : hasil pengukuran objek ke- i pada peubah h

x_{jk} : hasil pengukuran objek ke- j pada peubah h

Langkah berikutnya adalah menentukan matriks hasil kali dalam $\mathbf{B}$, dengan cara mendekomposisikan matriks $\mathbf{D}$ melalui proses *doublecentering*. Matriks $\mathbf{B}$ memiliki elemen-elemen:

$$b_{ij} = -\frac{1}{2}(d_{ij}^2 - d_{i.}^2 - d_{.j}^2 + d_{..}^2)$$

dengan,

$$d_{i.}^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_{ij}^2; \quad d_{.j}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{ij}^2; \quad d_{..}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i,j=1}^n d_{ij}^2$$

Bila ditulis dalam bentuk matriks menjadi (Pach, 2024):

$$\mathbf{B} = -\frac{1}{2} \left(\mathbf{I} - \frac{1}{n} \mathbf{V} \right) \mathbf{D}^2 \left(\mathbf{I} - \frac{1}{n} \mathbf{V} \right) \quad (2)$$

dengan

$\mathbf{I}$: Matriks identitas dengan ukuran $n \times n$

$\mathbf{V}$: matriks berukuran $n \times n$ dengan entri $V_{ij} = 1$ untuk semua i, j

$\mathbf{D}^2$: matriks kuadrat jarak berukuran $n \times n$ dengan elemen d_{ij}^2

Matriks hasil kali dalam $\mathbf{B}$ dapat juga diekspresikan sebagai $\mathbf{X}\mathbf{X}^T$ dimana $\mathbf{X} = [X_1, \dots, X_n]^T$ adalah matriks koordinat yang berukuran $(n \times p)$. Rank dari matriks $\mathbf{B}$, $r(\mathbf{B})$ adalah sebagai berikut.

$$r(\mathbf{B}) = r(\mathbf{X}\mathbf{X}^T) = r(\mathbf{X}) = p$$

Sekarang $\mathbf{B}$ adalah matriks yang simetrik, semi definit positif dan berpangkat (*rank*) p , sehingga memiliki p *eigen values* non negative dan $n-p$ *eigen values* sama dengan 0.

Matriks $\mathbf{B}$ kemudian ditulis dalam bentuk dekomposisi spektral:

$$\mathbf{B} = \mathbf{V} \mathbf{\Lambda} \mathbf{V}^T$$

Dimana $\mathbf{\Lambda} = \text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$, yaitu matriks diagonal dari *eigen values* $\{\lambda_i\}$ matriks $\mathbf{B}$, dan $\mathbf{V} = [\gamma_1, \dots, \gamma_n]$, yaitu matriks dengan *eigen vectors* yang dinormalkan. Sehingga koordinat matriks $\mathbf{X}$ berisi titik konfigurasi dalam R^p yang diberikan oleh (Pach, 2024):

$$\mathbf{X} = \mathbf{V} \mathbf{\Lambda}^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

Permasalahan berikutnya adalah menentukan jumlah dimensi yang diperlukan untuk menampilkan koefisien ketakmiripan (δ_{ij}). Jika $\mathbf{B}$ adalah matriks semi definit positif maka

jumlah akar ciri yang tak nol menunjukkan jumlah dimensi yang diperlukan. Jika **B** bukan matriks semi definit positif maka jumlah akar ciri positif yang menunjukkan jumlah dimensi yang tepat. Jumlah dimensi tersebut merupakan jumlah dimensi maksimal yang diperlukan, sedangkan untuk lebih praktisnya lebih baik memilih dimensi yang lebih kecil.

2.2.1 Validitas model *multidimensional scaling*

Untuk mendapatkan model *multidimensional scaling* yang cocok, terdapat beberapa kriteria atau pedoman agar hasil yang didapatkan layak dan dapat digunakan untuk interpretasi sesungguhnya, yaitu sebagai berikut ini.

a. Nilai *Stress (Standardized Residual Sum of Square)*

Stress digunakan untuk menilai suatu konfigurasi dari objek sebagai titik-titik dalam dimensi q sudah baik atau belum. Semakin kecil nilai *stress* akan memberikan indikasi bahwa semakin kecil error antara jarak dan nilai kemiripan dari ruang yang disajikan. Untuk menemukan tingkat tersebut maka kita dapat mencari dengan menggunakan rumus *Stress*. *Stress* dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$Stress = \sqrt{\frac{\sum_{i,j}^n (d_{ij} - \hat{d}_{ij})^2}{\sum_{i,j}^n (d_{ij} - \bar{d})^2}} \quad (4)$$

dengan

d_{ij} : jarak kemiripan sesungguhnya

$\hat{d}_{ij}$: jarak yang dihasilkan dari kemiripan data

$\bar{d}$: jarak rata-rata pada peta $\left(\frac{\sum_{i,j}^n d_{ij}}{n}\right)$

Berikut adalah kriteria nilai *Stress*:

Tabel 4. Kriteria Nilai *Stress*

<i>Stress</i>	<i>Goodness of Fit</i>
> 20 %	Kurang Baik
20-10%	Cukup
10-5%	Baik
5-2,5%	Sangat baik
< 2,5 %	Sempurna

Sumber : (Johnson & Wichern, 1992) dalam (Salsabila & Wachidah, 2022)

b. Nilai R^2

$R^2 = R$ kuadrat (*R square*) dalam konteks analisis *multidimensional scaling* mengindikasikan kuadrat dari koefisien korelasi yang menunjukkan proporsi varian dari skala (perbedaan) optimal data yang dihitung untuk mengetahui jarak hubungan antar variabel, yang disumbangkan oleh prosedur penatalaksanaan *multidimensional* berdasarkan ukuran ketetapan (*goodness of fit measure*). R^2 yang diinginkan adalah yang tinggi ($R^2 = 1$ atau 100% model mewakili dengan sempurna), akan tetapi $R^2 \geq 0,60$ (60% atau lebih) sudah bisa diterima artinya bisa mewakili data input dengan cukup baik. R^2 dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut ini (Salsabila & Wachidah, 2022).

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i,j}^n (d_{ij} - \hat{d}_{ij})^2}{\sum_{i,j}^n (d_{ij} - \bar{d})^2} \quad (5)$$

2.2.2 Langkah Analisis

Langkah langkah analisis *multidimensional scaling* yang dilakukan sebagai berikut untuk perhitungannya dibantu dengan *software R*

1. Melakukan analisis deskriptif
2. Melakukan standarisasi data menggunakan bantuan *software R*
3. Membentuk nilai kemiripan antar objek ke dalam bentuk matriks jarak **D** dengan menggunakan rumus jarak *Euclidean* menggunakan persamaan (1);
4. Membentuk matriks **B** menggunakan persamaan (2);
5. Menentukan jumlah dimensi dan titik koordinat dengan mencari eigen values dan eigen vektor dari matriks **B**. Membentuk koordinat objek berdasarkan eigen vektor yang berkorespondensi dengan eigen value yang dipilih berdasarkan persamaan (3);
6. Menghitung disparaties matriks $\hat{D}$ yang menempuh jarak *Euclidean* dari jarak yang terbentuk menggunakan persamaan 1;
7. Menggabungkan konfigurasi *multidimensional scaling* objek dan konfigurasi subjek dalam satu konfigurasi / (space) dalam bentuk peta persepsi dua dimensi berdasarkan disparaties matriks $\hat{D}$ dan titik koordinat yang terbentuk.
8. Menguji validitas stimulus koordinat dengan menghitung nilai *stress* menggunakan persamaan (4) dan R^2 menggunakan persamaan (5);
9. Interpretasi hasil analisis *multidimensional scaling* dan membuat Kesimpulan

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Deskriptif

Analisis Deskriptif terhadap variabel-variabel kesejahteraan rakyat yang dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Statistik Deskriptif

Variabel	Min	Kab/Kota	Maks	Kab/Kota	Rata-rata	Standar Deviasi
Laju Pertumbuhan Penduduk	0,84	Bukittinggi	2,10	Solok	1,43	0,29
Angka Harapan Hidup	71,40	Kepulauan Mentawai	76,06	Bukittinggi	74,06	1,18
Rata-rata Lama Sekolah	8,21	Kepulauan Mentawai	12,01	Padang Panjang	9,81	1,32
Harapan Lama Sekolah	12,99	Sijunjung	16,58	Padang	14,18	1,00
Pengeluaran Perkapita	7.451	Kepulauan Mentawai	15.957	Padang	11.958,11	1.944,26
Tingkat Pengangguran Terbuka	1,53	Kepulauan Mentawai	9,70	Padang	4,89	1,65
Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja	67,27	Padang	82,33	Kepulauan Mentawai	72,56	3,90
Persentase Penduduk Miskin	2,72	Sawahlunto	13,22	Kepulauan Mentawai	5,40	2,26
Indeks Kedalaman Kemiskinan	0,21	Tanah Datar	1,88	Kepulauan Mentawai	0,66	0,36

Berdasarkan Tabel 5 terdapat perbedaan karakteristik indikator kesejahteraan rakyat antar kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Barat Tahun 2025. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat

kesejahteraan rakyat antar kabupaten/kota di Sumatera Barat masih belum merata sehingga diperlukan pemerataan pembangunan pada berbagai sektor kesejahteraan rakyat.

3.2 Analisis *Multidimensional Scaling*

Setelah mendeskripsikan variabel-variabel indikator kesejahteraan rakyat menggunakan deskriptif statistik, selanjutnya dilakukan standarisasi data menggunakan bantuan *software* R. Standarisasi data ini dilakukan agar skala perbedaan atau variabel dengan skala yang sama dengan rentang yang berbeda pada data dapat diatasi menggunakan syntax R. Setelah didapatkan output standarisasi data selanjutnya yaitu melakukan analisis *multidimensional scaling* menggunakan *software* R dengan langkah-langkah sebagai berikut.

a. Pembentukan nilai kemiripan (*similarity*) antar objek ke dalam bentuk matriks jarak **D** dengan menggunakan rumus jarak *Euclidean*.

Setelah dilakukan standarisasi data selanjutnya langkah awal pada tahap pembentukan model *multidimensional scaling* yaitu membentuk matriks berordo 19x19 berdasarkan persamaan (1). Matriks tersebut merupakan matriks jarak **D** yang digunakan untuk melihat nilai kemiripan antar objek yang terbentuk. Berdasarkan output yang dihasilkan dari *software* R bentuk matriks jarak **D** dengan ordo 19 x 19 yang terbentuk adalah sebagai berikut.

$$D_{19 \times 19} = \begin{bmatrix} 0 & 5,5998626 & 5,706916 & 6,236912 & 8,194323 & \dots & 8.539235 \\ 5,998628 & 0 & 2,353508 & 2,000517 & 3,325257 & \dots & 3,770454 \\ 5,706916 & 2,353508 & 0 & 1,154543 & 2,993986 & \dots & 3,786544 \\ 6,236912 & 2,000517 & 1,15543 & 0 & 2,883289 & \dots & 3,413709 \\ 8,194323 & 3,325357 & 2,993986 & 2,883289 & 0 & \dots & 2,096235 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 8,539235 & 3,770454 & 3,786544 & 3,413709 & 2,09235 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

b. Membentuk matriks *product scalar* **B** dengan proses *double-centering*

Hasil matriks jarak **D** yang sudah terbentuk selanjutnya digunakan untuk membentuk matriks *product scalar* **B** dengan cara mendekomposisikan matriks **D** melalui proses *double-centering*. Dengan menggunakan persamaan (2) diperoleh matriks *product scalar* **B** sebagai berikut

$$B_{19 \times 19} = \begin{bmatrix} 0 & -0,04983 & -0,04510 & -0,05387 & -0,09300 & \dots & -0,10099 \\ -0,049838 & 0 & -0,00767 & -0,00554 & -0,01531 & \dots & -0,01969 \\ -0,045109 & -0,07671 & 0 & -0,00184 & -0,01241 & \dots & -0,01985 \\ -0,053876 & -0,00554 & -0,00184 & 0 & -0,11514 & \dots & -0,01119 \\ -0,093001 & -0,01531 & -0,12415 & -0,01151 & 0 & \dots & -0,01642 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -0,100995 & -0,01969 & -0,01985 & -0,01614 & -0,00608 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

c. Menentukan jumlah dimensi dari titik koordinat dengan mencari eigen value dan eigen vector dari matriks.

Menentukan jumlah dimensi dan titik koordinat menggunakan matriks *product scalar* **B** berdasarkan persamaan 3 untuk memperoleh nilai eigen dan vektor eigen. Hasil nilai eigen dan vektor eigen sebagai berikut:

Nilai eigen.

$$\lambda_1 = 2,96E - 01$$

$$\begin{aligned}\lambda_2 &= 1,38\text{E} - 01 \\ &\vdots \\ \lambda_{19} &= -5,69 - 01\end{aligned}$$

Vektor eigen.

$$V_{19 \times 19} = \begin{bmatrix} 0,69786 & 0,37903 & 0,48923 & -0,01829 & -0,10729 & \dots & -0,53333 \\ 0,03993 & -0,23318 & -0,09932 & 0,22012 & -0,20217 & \dots & -0,15021 \\ 0,09218 & -0,23749 & -0,25438 & 0,10448 & 0,26329 & \dots & -0,16899 \\ 0,04526 & -0,27145 & 0,19846 & 0,02204 & 0,26699 & \dots & -0,16022 \\ -0,16290 & -0,13691 & 0,25066 & -0,06663 & 0,04322 & \dots & -0,17586 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -0,22047 & -0,01542 & 0,26123 & -0,09354 & 0,04237 & \dots & -0,18372 \end{bmatrix}$$

Dalam penentuan jumlah dimensi pada analisis *multidimensional scaling*, didasarkan pada nilai eigen. Dengan nilai eigen positif terbesar secara berurutan ($\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 > \dots > \lambda_{19}$). Pada umumnya jumlah dimensi yang digunakan adalah 2 dimensi. Oleh karena itu, hasil nilai eigen dari matriks **B** yaitu $\lambda_1 = 0,2911353$ dan $\lambda_2 = 0,1380197$.

Menentukan titik koordinat dapat dilakukan dengan mengambil vektor eigen yang berkorespondensi dengan 2 nilai eigen yang dipilih. Sehingga diperoleh koordinat titik dari objek 19 kabupaten kota dan 9 karakteristik variabel yaitu seperti pada Tabel 6 dan tabel 7 berikut.

Tabel 6. Titik Koordinat indikator kesejahteraan rakyat dari 19 berdasarkan Kabupaten Kota di Provinsi Sumatera Barat Tahun 2025

NO.	Kabupaten / Kota	Koordinat		NO.	Kabupaten / Kota	Koordinat	
		X	Y			X	Y
1	Kep.Mentawai	-6,35947	-1,59209	11	Dharmasraya	-0,27241	1,34898
2	Pesisir Selatan	-1,12801	0,17092	12	Pasaman Barat	-0,71184	0,03494
3	Solok	-1,62830	-0,62355	13	Padang	4,30529	-0,79563
4	Sijunjung	-1,20474	-0,12853	14	Solok	2,79252	2,36863
5	Tanah Datar	1,10861	-0,53020	15	Sawahlunto	1,70975	0,50249
6	Padang Pariaman	0,13972	1,05534	16	Padang Panjang	2,04721	-0,21267
7	Agam	-0,09068	0,16022	17	Bukittinggi	2,87757	-1,81498
8	Lima Puluhkota	-1,23065	-0,60477	18	Payakumbuh	1,84340	-0,45112
9	Pasaman	-1,57344	0,62707	19	Pariaman	1,85308	-0,8822
10	Solok Selatan	-2,50833	1,05250				

Tabel 7. Titik Koordinat Indikator Kesejahteraan Rakyat dari 9 variabel Berdasarkan Kabupaten Kota di Provinsi Sumatera Barat Tahun 2025

No.	Variabel	Koordinat	
		X	Y
1	Laju Pertumbuhan Penduduk	-1,4771	-0,0045
2	Angka Harapan Hidup	-1,3954	0,0085
3	Rata-Rata Lama Sekolah	-1,4678	-0,0040
4	Angka Harapan Lama Sekolah	-1,4628	-0,0027
5	Pengeluaran Perkapita	11,6233	-0,0001
6	Tingkat Pengangguran Terbuka	-1,4734	0,0053
7	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja	-1,3964	0,0134
8	Persentase Penduduk Miskin	-1,4722	-0,0008
9	P1 (Indeks Kedalaman Kemiskinan)	-1,4779	0,0004

d. Menghitung disparaties $\hat{D}$ yang merupakan jarak *Euclidean* dari koordinat terbentuk.

Berdasarkan jumlah dimensi dan koordinat yang diperoleh, selanjutnya koordinat yang terbentuk akan digunakan untuk menghitung jarak stimulus (objek) ruang dimensi tersebut. Tiap-tiap jarak dihitung dengan menggunakan rumus jarak *Euclidean* berdasarkan persamaan 1. Jarak yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

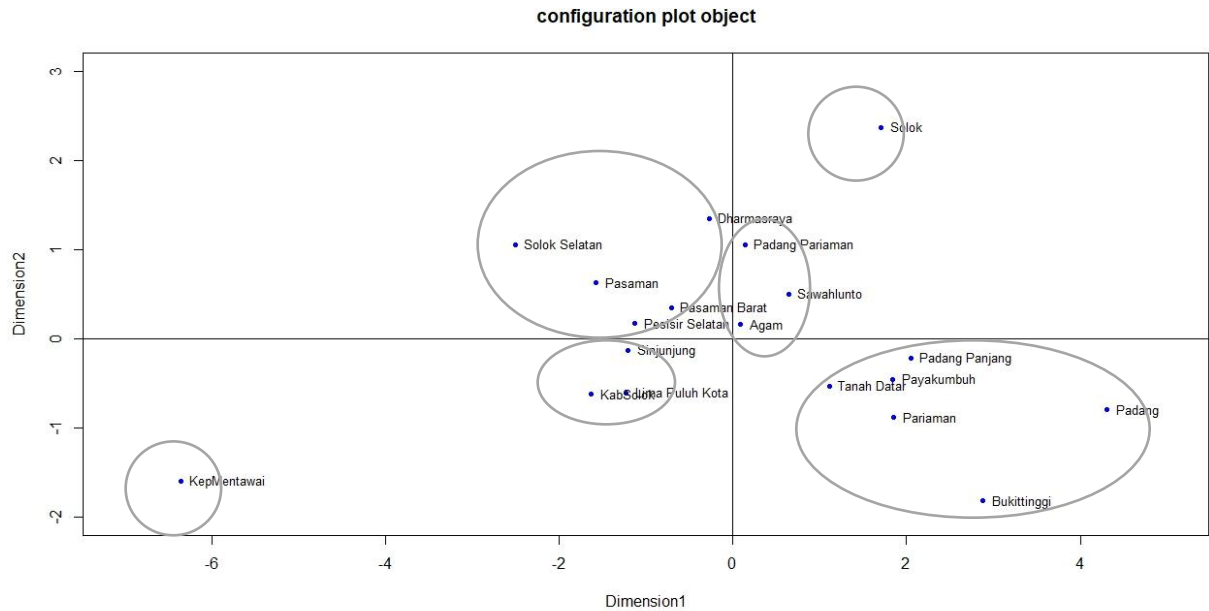
$$\hat{D}_{19 \times 19} = \begin{bmatrix} 0 & & & & & & & & & & & & & & & & & & \\ 5,52054 & 0 & & & & & & & & & & & & & & & & & \\ 4,82828 & 0,93886 & 0 & & & & & & & & & & & & & & & & \\ 5,35847 & 0,30913 & 0,65149 & 0 & & & & & & & & & & & & & & & \\ 7,54320 & 2,34394 & 2,73851 & 2,34796 & 0 & & & & & & & & & & & & & & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & & & & & & & & & & & & & \\ 8,24318 & 3,16167 & 3,49099 & 3,14933 & 0,82352 & \dots & 0 & & & & & & & & & & & \end{bmatrix}$$

e. Menggabungkan konfigurasi *multidimensional scaling* objek dan konfigurasi *multidimensional* subjek dalam satu konfigurasi (*space*) dalam bentuk peta spasial.

Berdasarkan hasil matriks $\hat{D}$ yang terbentuk selanjutnya membentuk peta persepsi dua dimensi berdasarkan titik koordinat dari 19 objek Kabupaten/Kota di provinsi Sumatera Barat tahun 2025 pada Tabel 6 dan matriks $\hat{D}$. Sehingga diperoleh peta persepsi dua dimensi pada Gambar 1.

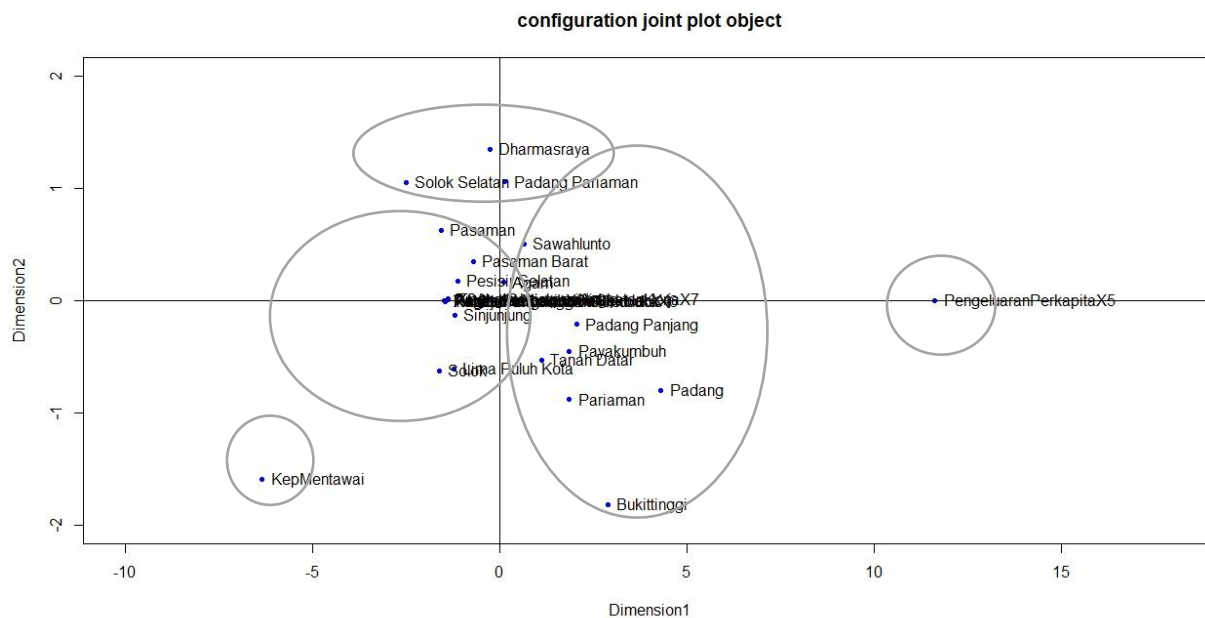
Peta persepsi dua dimensi pada Gambar 1 menunjukkan kemiripan dan ketidakmiripan antara objek satu dan objek lainnya berdasarkan pada jaraknya. Beberapa Kabupaten/Kota dengan karakteristik indikator kesejahteraan yang sama akan digambarkan dengan titik yang berdekatan, semakin dekat posisi titik maka semakin mirip, dan semakin jauh posisi titik maka semakin berbeda. Kabupaten/Kota yang saling berdekatan adalah sebagai berikut:

1. Kota Padang, Bukittinggi, Pariaman, Payakumbuh, Padang Panjang, dan Kabupaten Tanah Datar
2. Kota Solok
3. Kabupaten Padang Pariaman, Kota Sawahlunto, Kabupaten Agam
4. Kabupaten Dharmasraya, Solok Selatan, Pasaman, Pasaman Barat, Pesisir Selatan
5. Kabupaten Sijunjung, Lima Puluh Kota dan Solok
6. Kabupaten Kepulauan Mentawai



Gambar 1. Hasil Skala 2 dimensi untuk setiap kabupaten/kota (objek)

Berikut hasil peta persepsi dua dimensi menggabungkan konfigurasi antara daerah-daerah yang berdekatan kemiripan Kabupaten/Kota dengan atribut indikator kesejahteraan rakyat yang diperoleh dari titik koordinat dari 19 Kabupaten/Kota di provinsi Sumatera Barat pada tabel 6 dan tabel 7 serta titik koordinat dari 9 indikator kesejahteraan rakyat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil penskalaan 2 dimensi untuk setiap kabupaten kota(objek) beserta karakteristik indikator kesejahteraan rakyat (variabel) dalam satu space.

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa hubungan antara kabupaten/kota dengan indikator kesejahteraan. Interpretasi karakteristik daerah dilakukan dengan mengaitkan posisi kabupaten dan kota pada peta persepsi dua dimensi dengan nilai indikator asli pada statistik deskriptif. Oleh karena itu, kedekatan antar wilayah menunjukkan kemiripan pola indikator kesejahteraan, sedangkan arah atau posisi terhadap variabel perlu ditafsir secara hati-hati dan didukung oleh nilai data asli.

1. Variabel Pengeluaran Perkapita (X5) dengan ($X=11,62333$; $Y=-0,0001$) nilai yang diperoleh sangat menjauhi titik pusat (0,0) yang menjadikan faktor penentu utama indikator kesejahteraan rakyat di Sumatera Barat.
2. Kota Padang, Bukittinggi, Padang Panjang, Payakumbuh, Pariaman, Sawahlunto, dan Kabupaten Tanah Datar berada pada kuadran kanan plot yang didorong oleh tingginya capaian pengeluaran per kapita, yang mengindikasikan bahwa daya beli dan tingkat kesejahteraan rakyat relatif tinggi.
3. Kabupaten Agam, Pasaman Barat, Kabupaten Pesisir Selatan, Sijunjung, Kabupaten Lima Puluh Kota, dan Pasaman berada pada kuadran kiri sampai tengah yang memiliki nilai koordinat X negatif dan nilai Y yang relatif mendekati garis tengah, menunjukkan bahwa daerah-daerah ini memiliki karakteristik yang homogen atau sangat mirip satu sama lain yaitu, Laju Pertumbuhan Penduduk (X1), Angka Harapan Hidup (X2), Rata-Rata Lama Sekolah (X3), Angka Harapan Lama Sekolah (X4), Tingkat Pengangguran Terbuka (X6), Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (X7), Persentase Penduduk Miskin (X8), P1 (Indeks Kedalaman Kemiskinan) (X9).
4. Kabupaten Dharmasraya, Solok Selatan, Padang Pariaman berada pada koordinat Y positif yang menunjukkan daerah-daerah ini memiliki kesamaan indikator laju pertumbuhan penduduk dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (X7).
5. Kepulauan Mentawai berada pada sudut kiri bawah dengan nilai $X=-6,35$ berjarak sangat jauh dari kabupaten terdekatnya. Hal ini menunjukkan ada ketimpangan indikator kesejahteraan rakyat yang nyata. Kabupaten Kepulauan Mentawai dipengaruhi oleh tingginya persentase penduduk miskin (X8) dan indeks kedalaman kemiskinan (X9) serta rendahnya pengeluaran per kapita (X5) dan rata-rata lama sekolah (X3)

f. Menguji validitas stimulus koordinat dengan menghitung nilai *stress* dan nilai R^2

Berdasarkan hasil peta persepsi dua dimensi yang diperoleh maka selanjutnya menghitung nilai *stress* dan nilai R^2 menggunakan aplikasi R. Hasil yang diperoleh sebagai berikut.

a. Nilai *stress*

Nilai *stress* berdasarkan persamaan 4 yang diperoleh sebesar 0,0410979 atau 4,11%, nilai tersebut menunjukkan bahwa peta persepsi dua dimensi pada analisis *Multidimensional Scaling* memiliki tingkat kesalahan yang sangat kecil, sehingga konfigurasi peta persepsi dua dimensi yang dihasilkan termasuk dalam kategori sangat baik. Semakin rendah nilai *Stress* maka semakin baik kemampuan peta persepsi dua dimensi dalam merepresentasikan jarak antar objek pada data asli ke dalam peta multidimensi.

b. Nilai R^2

Nilai R^2 berdasarkan persamaan 5 yang diperoleh sebesar 0,998311 atau sebesar 99,83 %. Hal ini menunjukkan bahwa peta persepsi dua dimensi yang dihasilkan mampu merepresentasikan data input yang sangat baik, yaitu sebesar 99,83 % dari total variansi indikator kesejahteraan rakyat. Sementara sisanya sebesar 0,17 % merupakan variasi data yang belum dapat dijelaskan oleh model *Multidimensional Scaling* yang terbentuk.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil Analisis *Multidimensional Scaling*, diperoleh gambaran bahwa terdapat perbedaan karakteristik kesejahteraan antar kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Barat Tahun 2025. Daerah perkotaan seperti Kota Padang, Bukittinggi, Padang Panjang, Payakumbuh, Pariaman, Sawahlunto dan Kabupaten Tanah Datar memiliki kemiripan karakteristik indikator kesejahteraan yang didominasi oleh tingginya capaian pengeluaran perkapita. Sementara itu, sebagian besar wilayah kabupaten memiliki homogenitas karakteristik yang dipengaruhi secara simultan oleh dimensi ketenagakerjaan, pendidikan, kependudukan dan kemiskinan. Sementara Kabupaten Dharmasraya, Solok Selatan, dan Padang Pariaman menunjukkan kemiripan pada indikator laju pertumbuhan penduduk dan TPAK.

Kabupaten Kepulauan Mentawai merupakan wilayah utama yang paling mendesak untuk diperhatikan indikator kesejahateranya karena tingginya persentase penduduk miskin serta indeks kedalaman kemiskinan yang diperparah oleh rendahnya rata-rata lama sekolah dan pengeluaran perkapita. Kabupaten Agam, Pasaman Barat, Pesisir Selatan, Lima Puluh Kota, dan Pasaman yang berada pada kuadran kiri hingga tengah perlu mendapatkan intervensi pada penurunan TPT dan penguatan fasilitas sosial-ekonomi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian. Ucapan terimakasih disampaikan kepada BPS Provinsi Sumatera Barat atas data informasi sehingga penulis bisa menggunakan data yang bersumber dari BPS.

DAFTAR PUSTAKA

- Arisanti, R., Pertiwi, A. P., Winarni, S., & Pontoh, R. S. (2024). Neuroinformatics approach: Hierarchical cluster analysis of Indonesian provinces based on people's welfare indicators in the realm of data science and network studies. *International Journal of Data and Network Science*, 8(3), 1969–1976. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2024.1.016>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat. (2025). *Indikator kesejahteraan rakyat Provinsi Sumatera Barat 2025*. <https://sumbar.bps.go.id/id/publication/2025/12/30/b3b60333f7142e575bf132fc/indikator-kesejahteraan-rakyat-provinsi-sumatera-barat-2025.html>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat. (2026). *Provinsi Sumatera Barat dalam angka 2026*. <https://sumbar.bps.go.id/id/publication/2026/02/27/2c7cc5c693ff125fc6751f7a/provinsi-sumatera-barat-dalam-angka-2026.html>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Padang Pariaman. (2026). *Kabupaten Padang Pariaman dalam angka 2026*. <https://padangpariamankab.bps.go.id/id/publication/2026/02/27/632a70da42c6c2f59eb034ce/kabupaten-padang-pariaman-dalam-angka-2026.html>
- Hamid, Y., & Widodo, E. (2023). Pemodelan indeks kedalaman kemiskinan di kabupaten/kota Provinsi D.I. Yogyakarta tahun 2017–2022 dengan regresi data panel. *Emerging Statistics and Data Science Journal*, 1(3), 394–405. <https://doi.org/10.20885/esds.vol1.iss.3.art45>
- Marsitadewi, K. E., & Sudemen, I. W. (2025). Pola intervensi pemerintah melalui kebijakan pengentasan kemiskinan di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Sains dan Humaniora*, 9(1), 68–77. <https://doi.org/10.23887/jppsh.v9i1.92280>

- Manjunatha, B., Naik, A. P., Mahendra, K. R., Prem S., M., Gunashekhar, H., Kiran, N. R., Damodhara, G. N., & Karthik, R. (2024). Multidimensional scaling method and some practical applications. *Archives of Current Research International*, 24(6), 586–599. <https://doi.org/10.9734/acri/2024/v24i6814>
- Nizhamul, D. L., Istighfarah, V., & Damayanti, N. D. (2023). Faktor-faktor pengaruh indeks pembangunan manusia (IPM) di Hongkong dan Singapura. *Jurnal Edukasi (Ekonomi, Pendidikan dan Akuntansi)*, 11(2), 99–106. <https://doi.org/10.25157/je.v11i2.11808>
- Okada, A., & Imaizumi, T. (2024). *Applied multidimensional scaling of asymmetric relationships*. Springer Nature Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-97-4872-3>
- Pach, C. (2024). *Multidimensional scaling for large datasets* [PowerPoint slides]. RETREAT 2024. https://grbio.github.io/RETREAT2024/09_seminari_convdat_MDS/MDS_Cristian_Pachon_Garcia.pd
- Putri, R. D., & Sari, D. P. (2025). Regional clustering in Sumatera based on welfare indicators using fuzzy C-means. *Journal of Applied Informatics and Computing*, 9(5), 2399–2409. <https://doi.org/10.30871/jaic.v9i5.10103>
- Republik Indonesia. (2024). *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 109 Tahun 2024 tentang rencana kerja pemerintah tahun 2025*. Peraturan.go.id. <https://peraturan.go.id/id/perpres-no-109-tahun-2024>
- Salsabila, T. A., & Wachidah, L. (2022). Analisis multidimensional scaling pada pemetaan kabupaten/kota di Jawa Barat berdasarkan indikator kesejahteraan rakyat. *Bandung Conference Series: Statistics*, 2(2), 173–179. <https://doi.org/10.29313/bcss.v2i2.3701>
- Uswatunnisa, A., & Sari, D. P. (2025). The ROCK ensemble cluster method for people's welfare analysis: A mixed data approach. *Journal of Statistics and Data Science*, 4(1), 11–18. <https://doi.org/10.33369/jsds.v4i1.40859>
- Wijaya, A., Italiyana, N. K. I. O., & Wulandari, S. P. (2024). Pengelompokan provinsi di Indonesia terhadap faktor-faktor kesejahteraan masyarakat pada tahun 2023 menggunakan analisis cluster K-means. *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(10), 688–700. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14193661>