



## Penerapan Aljabar Linier dalam Analisis Korelasi Indikator Kemiskinan pada Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Utara

Sonia Dian P. Debataraja<sup>1</sup>, Iman Jaya Waruwu<sup>2</sup>, Aneka Sun Fhelisha Hombing<sup>3</sup>,  
Yelipe Laia<sup>4</sup>, Tri Andri Hutapea<sup>5</sup>

<sup>1-5</sup>Statistika, FMIPA Universitas Negeri Medan, Indonesia

Email: [soniadian47@gmail.com](mailto:soniadian47@gmail.com)

### Abstract

Poverty is a socio-economic problem influenced by various indicators of community welfare. This study aims to analyze the relationships among poverty indicators in 33 regencies/cities of North Sumatra Province using a linear algebra approach through correlation matrices. The study employed secondary data from 2023 obtained from the Central Statistics Agency (BPS), including mean years of schooling, percentage of poor population, life expectancy, and access to clean water. The analysis consisted of descriptive statistics, Pearson correlation matrices, correlation significance tests, correlation matrix property analysis, and the computation of eigenvalues and eigenvectors. The results revealed that mean years of schooling had a strong and significant negative relationship with the percentage of poor population, while life expectancy showed a significant positive relationship with access to clean water. The resulting correlation matrix was symmetric, full-rank, and nonsingular, indicating its ability to represent inter-variable relationships effectively. Furthermore, eigenvalue and eigenvector analyses identified mean years of schooling and the percentage of poor population as the most dominant variables in shaping the pattern of relationships among poverty indicators. These findings can serve as a reference for developing more effective poverty alleviation policies in North Sumatra Province.

**Keywords:** correlation, eigenvalue, linear algebra, matrix, poverty.

### Abstrak

Indikator kemiskinan pada 33 kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara menggunakan pendekatan aljabar linier melalui matriks korelasi. Data yang digunakan merupakan data sekunder tahun 2023 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), meliputi rata-rata lama sekolah, persentase penduduk miskin, umur harapan hidup, dan akses air bersih. Analisis dilakukan melalui statistik deskriptif, matriks korelasi Pearson, uji signifikansi korelasi, analisis sifat matriks korelasi, serta perhitungan eigenvalue dan eigenvector. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata lama sekolah memiliki hubungan negatif yang kuat dan signifikan dengan persentase penduduk miskin, sedangkan umur harapan hidup memiliki hubungan positif yang signifikan dengan akses air bersih. Matriks korelasi yang diperoleh bersifat simetris, memiliki rank penuh, dan nonsingular sehingga mampu merepresentasikan hubungan antar variabel secara optimal. Analisis eigenvalue dan eigenvector menunjukkan bahwa rata-rata lama sekolah dan persentase penduduk miskin merupakan variabel yang paling dominan dalam membentuk pola hubungan antar indikator kemiskinan. Hasil penelitian ini

dapat menjadi dasar dalam penyusunan kebijakan pengentasan kemiskinan yang lebih efektif di Provinsi Sumatera Utara.

**Kata kunci:** aljabar linier, eigenvalue, kemiskinan, korelasi, matriks.

---

## PENDAHULUAN

Kemiskinan merupakan salah satu permasalahan utama dalam pembangunan sosial dan ekonomi yang masih dihadapi oleh berbagai daerah di Indonesia, termasuk Provinsi Sumatera Utara. Kemiskinan tidak hanya berkaitan dengan rendahnya pendapatan masyarakat, tetapi juga dipengaruhi oleh berbagai faktor sosial dan ekonomi seperti kualitas sumber daya manusia, tingkat pengangguran, pertumbuhan ekonomi, serta ketimpangan pembangunan antarwilayah. Kondisi tersebut menyebabkan tingkat kemiskinan antar kabupaten/kota memiliki karakteristik yang berbeda sehingga diperlukan analisis berbasis data untuk memahami faktor-faktor yang berkaitan dengan kemiskinan secara lebih spesifik. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), Provinsi Sumatera Utara masih memiliki penduduk miskin dengan jumlah yang cukup besar meskipun persentasenya mengalami perubahan dari waktu ke waktu (Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara, 2024).

Pengukuran kemiskinan pada suatu wilayah tidak dapat hanya dilihat melalui satu indikator karena kemiskinan merupakan fenomena yang bersifat multidimensi. Beberapa indikator yang sering digunakan dalam menggambarkan kondisi kemiskinan antara lain persentase penduduk miskin, garis kemiskinan, indeks kedalaman kemiskinan (P1), indeks keparahan kemiskinan (P2), Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), Indeks Pembangunan Manusia (IPM), dan tingkat pengangguran terbuka. Penggunaan berbagai indikator tersebut memberikan gambaran yang lebih luas mengenai kondisi kesejahteraan masyarakat serta faktor-faktor yang berkaitan dengan tingkat kemiskinan suatu daerah (Badan Pusat Statistik, 2024).

Banyaknya indikator yang digunakan dalam analisis kemiskinan menyebabkan adanya hubungan antarvariabel yang perlu dikaji lebih lanjut. Beberapa indikator ekonomi dan sosial dapat memiliki keterkaitan yang kuat sehingga perubahan pada satu variabel dapat berhubungan dengan perubahan variabel lainnya. Oleh karena itu, analisis korelasi diperlukan untuk mengetahui pola hubungan antarindikator serta melihat indikator mana yang memiliki keterkaitan paling besar terhadap kemiskinan.

Dalam proses analisis hubungan antarvariabel tersebut, Aljabar Linier memiliki peran penting karena menyediakan pendekatan matematis dalam pengolahan data berbentuk matriks. Data indikator kemiskinan yang tersusun dalam bentuk tabel dapat direpresentasikan sebagai matriks sehingga hubungan antarvariabel dapat dianalisis melalui matriks korelasi. Konsep-konsep Aljabar Linier seperti operasi matriks, vektor, dan transformasi linear dapat membantu dalam memahami struktur hubungan antarindikator secara sistematis dan kuantitatif (Strang, 2023).

Penerapan Aljabar Linier dalam analisis korelasi memungkinkan penelitian mengidentifikasi pola hubungan antarindikator kemiskinan pada kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara. Melalui representasi matriks, hubungan antarvariabel dapat dihitung dan diinterpretasikan sehingga memberikan gambaran mengenai keterkaitan indikator sosial ekonomi yang berperan dalam kondisi kemiskinan daerah. Hasil analisis ini diharapkan dapat menjadi informasi pendukung bagi pemerintah dalam menyusun strategi penanggulangan kemiskinan yang lebih sesuai dengan karakteristik masing-masing wilayah.

## **METODE PENELITIAN**

### ***Jenis Penelitian***

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis hubungan antar indikator kemiskinan menggunakan matriks korelasi dan konsep aljabar linier. Analisis dilakukan terhadap data kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara untuk mengidentifikasi pola hubungan antar variabel yang digunakan.

### ***Sumber data***

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi resmi pada tahun 2023. Data yang digunakan mencakup 33 kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari empat indikator yang berkaitan dengan kondisi kemiskinan, yaitu:

Rata-rata Lama Sekolah ( $X_1$ )

Persentase Penduduk Miskin ( $X_2$ )

Umur Harapan Hidup ( $X_3$ )

Akses Air Bersih ( $X_4$ )

Keempat variabel tersebut dipilih karena dianggap dapat menggambarkan kondisi sosial dan kesejahteraan masyarakat yang berkaitan dengan tingkat kemiskinan di setiap kabupaten/kota.

### ***Teknik Pengumpulan Data***

Data dikumpulkan melalui metode dokumentasi dengan mengunduh dan mencatat data yang tersedia pada publikasi resmi Badan Pusat Statistik. Seluruh data kemudian disusun dalam bentuk matriks data dengan 33 observasi (kabupaten/kota) dan 4 variabel penelitian.

### ***Teknik Analisis Data***

Tahapan analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyusun data ke dalam bentuk matriks.
2. Menghitung statistik deskriptif yang meliputi nilai rata-rata, simpangan baku, nilai minimum, dan nilai maksimum setiap variabel.

3. Membentuk matriks korelasi Pearson untuk mengetahui hubungan antar variabel penelitian.
4. Melakukan uji signifikansi korelasi untuk menentukan hubungan yang signifikan secara statistik.
5. Menganalisis sifat-sifat matriks korelasi yang meliputi kesimetrian matriks, determinan, dan rank matriks.
6. Menghitung eigenvalue dan eigenvector matriks korelasi untuk mengidentifikasi karakteristik utama hubungan antar variabel berdasarkan konsep aljabar linier.

### ***Matriks Korelasi***

Hubungan antar variabel dianalisis menggunakan matriks korelasi Pearson yang dinyatakan sebagai:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nn} \end{bmatrix}$$

dengan  $r_{ij}$  menyatakan koefisien korelasi antara variabel ke- $i$  dan variabel ke- $j$ .

### ***Analisis Eigenvalue dan Eigenvector***

Eigenvalue dan eigenvector diperoleh dari matriks korelasi dengan menyelesaikan persamaan karakteristik:

$$\det(R - \lambda I) = 0$$

dengan  $\lambda$  menyatakan eigenvalue dan  $I$  merupakan matriks identitas. Eigenvector yang bersesuaian diperoleh dari:

$$(R - \lambda I)x = 0$$

Analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi arah dan besarnya variasi hubungan antar indikator kemiskinan berdasarkan konsep aljabar linier.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### ***Statistik deskriptif***

Sebelum dilakukan analisis hubungan antar indikator kemiskinan, perlu diketahui terlebih dahulu karakteristik data yang digunakan dalam penelitian. Analisis statistik deskriptif bertujuan untuk memberikan gambaran umum mengenai sebaran data pada setiap variabel penelitian, yaitu rata-rata lama sekolah ( $X_1$ ), persentase penduduk miskin ( $X_2$ ), umur harapan hidup ( $X_3$ ), dan akses air bersih ( $X_4$ ). Ukuran statistik yang digunakan meliputi nilai rata-rata (mean), simpangan baku (standar deviasi), nilai minimum, dan nilai maksimum.

**Tabel 1.** Uji Statistik Deskriptif

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Median	Minimum	Maximum
X1	9,42	1,34	9,55	6,14	11,62
X2	9,72	4,11	8,21	3,44	22,81
X3	73,25	1,07	73,65	71,52	74,76
X4	85,16	14,01	90,83	51,33	100

Rata-rata lama sekolah ( $X_1$ ) pada 33 kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara sebesar 9,42 tahun. Nilai tersebut menunjukkan bahwa secara umum penduduk telah menempuh pendidikan hingga tingkat SMP atau sederajat. Persentase penduduk miskin ( $X_2$ ) memiliki rata-rata sebesar 9,72%, yang menunjukkan bahwa masih terdapat penduduk yang berada di bawah garis kemiskinan pada beberapa wilayah penelitian.

Sementara itu, umur harapan hidup ( $X_3$ ) memiliki rata-rata sebesar 73,25 tahun. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat kesehatan masyarakat secara umum berada pada kategori yang cukup baik. Variabel akses air bersih ( $X_4$ ) memiliki rata-rata tertinggi, yaitu sebesar 85,16%, yang mengindikasikan bahwa sebagian besar masyarakat telah memiliki akses terhadap sumber air bersih yang layak.

Berdasarkan nilai rata-rata tersebut, dapat diketahui bahwa indikator kesehatan dan akses layanan dasar memiliki capaian yang relatif baik. Namun demikian, masih terdapat variasi kondisi pendidikan dan tingkat kemiskinan antar kabupaten/kota yang perlu dianalisis lebih lanjut melalui matriks korelasi.

#### **Matriks Korelasi**

$$R = \begin{bmatrix} 1 & -0,744 & 0,354 & -0,002 \\ -0,744 & 1 & -0,064 & 0,014 \\ 0,354 & -0,064 & 1 & 0,479 \\ -0,002 & 0,014 & 0,479 & 1 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan matriks korelasi yang diperoleh, dapat diketahui bahwa matriks tersebut merupakan matriks simetris. Hal ini ditunjukkan oleh kesamaan nilai elemen di atas diagonal utama dengan elemen yang bersesuaian di bawah diagonal utama. Dalam aljabar linier, matriks simetris memenuhi sifat:

$$R = R^T$$

#### **Uji Signifikansi dan Korelasi**

**Tabel 2.** Hasil Uji Signifikansi dan Korelasi

Pasangan Variabel	Korelasi	p-value
X1-X2	-0,744	$6,841 \times 10^{-7}$
X1-X3	0,354	0,043
X1-X4	-0,002	0,990
X2-X3	-0,064	0,723
X2-X4	0,014	0,936
X3-X4	0,479	0,0047

Berdasarkan Tabel 2, terdapat tiga pasangan variabel yang memiliki hubungan signifikan, yaitu  $X_1$ - $X_2$ ,  $X_1$ - $X_3$ , dan  $X_3$ - $X_4$  karena memiliki nilai p-value kurang dari 0,05. Hubungan terkuat ditemukan pada pasangan  $X_1$  dan  $X_2$  dengan koefisien korelasi sebesar -0,744. Nilai tersebut menunjukkan adanya hubungan negatif yang kuat antara rata-rata lama sekolah dan persentase penduduk miskin. Dengan kata lain, semakin

tinggi rata-rata lama sekolah pada suatu daerah, maka persentase penduduk miskin cenderung semakin rendah.

Selain itu, variabel  $X_1$  dan  $X_3$  memiliki korelasi positif sebesar 0,354 yang menunjukkan bahwa peningkatan rata-rata lama sekolah cenderung diikuti oleh peningkatan umur harapan hidup. Hubungan signifikan lainnya ditemukan antara variabel  $X_3$  dan  $X_4$  dengan koefisien korelasi sebesar 0,479. Hal ini menunjukkan bahwa daerah dengan akses air bersih yang lebih baik cenderung memiliki umur harapan hidup yang lebih tinggi.

Sementara itu, pasangan variabel  $X_1$ - $X_4$ ,  $X_2$ - $X_3$ , dan  $X_2$ - $X_4$  memiliki nilai p-value lebih besar dari 0,05 sehingga hubungan antar variabel tersebut tidak signifikan secara statistik. Dengan demikian, hubungan yang paling dominan dalam penelitian ini adalah hubungan antara tingkat pendidikan dan tingkat kemiskinan.

### ***Analisis Sifat Matriks Korelasi***

Dalam kajian aljabar linier, matriks korelasi tidak hanya digunakan untuk melihat hubungan antar variabel, tetapi juga dapat dianalisis berdasarkan sifat-sifat matematisnya. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap sifat matriks korelasi yang meliputi kesimetrian matriks, determinan, dan rank matriks. Analisis ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai struktur matematis matriks korelasi yang terbentuk dari indikator-indikator kemiskinan pada kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara.

**Tabel 3.** Karakteristik Matriks Korelasi

Karakteristik	Nilai
Rank	0,249
Determinan	4

Berdasarkan hasil perhitungan, matriks korelasi memiliki nilai determinan sebesar 0,2499. Karena nilai determinan tidak sama dengan nol, maka matriks korelasi merupakan matriks nonsingular atau matriks yang memiliki invers. Hal ini menunjukkan bahwa informasi yang terkandung dalam matriks korelasi masih dapat direpresentasikan secara penuh tanpa mengalami ketergantungan sempurna antar variabel.

Selain itu, diperoleh nilai rank matriks sebesar 4 yang sama dengan orde matriks korelasi, yaitu  $4 \times 4$ . Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh variabel yang digunakan dalam penelitian bersifat bebas linier dan tidak terdapat redundansi sempurna antar variabel. Dengan demikian, matriks korelasi memiliki rank penuh (full rank) dan memenuhi salah satu sifat penting dalam kajian aljabar linier.

### ***Analisis Eigenvalue dan EigenVector***

Pada penelitian ini, eigenvalue dan eigenvector diperoleh dari matriks korelasi yang telah dibentuk sebelumnya. Analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi pola dominan dalam hubungan antar indikator kemiskinan serta memberikan interpretasi matematis terhadap struktur data yang diteliti.

**Tabel 4.** Eigenvalue dan Eigenvector Matriks Korelasi

Variabel	EV1 ( $\lambda = 1,8843$ )	EV2 ( $\lambda = 1,3955$ )	EV3 ( $\lambda = 0,5462$ )	EV4 ( $\lambda = 0,1740$ )
$X_1$	0,6587	0,2426	-0,1798	-0,6892
$X_2$	-0,5816	-0,3916	0,4021	-0,5888
$X_3$	0,4243	-0,5571	-0,6112	0,3688
$X_4$	0,2189	-0,6909	0,6576	-0,2057

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh empat eigenvalue, yaitu 1,8843; 1,3955; 0,5462; dan 0,1740. Eigenvalue terbesar terdapat pada komponen pertama sebesar 1,8843, yang menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki kontribusi terbesar dalam merepresentasikan hubungan antar indikator kemiskinan.

Pada eigenvector pertama (EV1), nilai absolut terbesar terdapat pada variabel rata-rata lama sekolah ( $X_1$ ) sebesar 0,6587 dan persentase penduduk miskin ( $X_2$ ) sebesar -0,5816. Hal ini menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut merupakan faktor yang paling dominan dalam membentuk pola hubungan antar indikator kemiskinan pada kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa rata-rata lama sekolah memiliki hubungan negatif yang kuat dan signifikan dengan persentase penduduk miskin ( $r = -0,744$ ). Selain itu, umur harapan hidup memiliki hubungan positif yang signifikan dengan akses air bersih ( $r = 0,479$ ). Analisis aljabar linier menunjukkan bahwa matriks korelasi bersifat simetris, memiliki rank penuh, dan bersifat nonsingular. Hasil eigenvalue dan eigenvector juga menunjukkan bahwa rata-rata lama sekolah dan persentase penduduk miskin merupakan variabel yang paling dominan dalam menggambarkan hubungan antar indikator kemiskinan di Provinsi Sumatera Utara.

Berdasarkan temuan tersebut, pemerintah daerah disarankan untuk terus meningkatkan kualitas dan akses pendidikan masyarakat karena pendidikan terbukti memiliki hubungan yang kuat dengan tingkat kemiskinan. Selain itu, peningkatan akses terhadap air bersih juga perlu diperhatikan guna mendukung peningkatan kualitas hidup dan kesehatan masyarakat.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Pusat Statistik. (2024). *Kemiskinan dan ketimpangan*. Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. (2024). *Profil kemiskinan Provinsi Sumatera Utara Maret 2024*. Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara.
- Strang, G. (2023). *Introduction to linear algebra* (6th ed.). Wellesley-Cambridge Press.
- World Bank. (2022). *Indonesia poverty assessment: Pathways towards economic security*. World Bank.