

Pemetaan Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Utara Berdasarkan Karakteristik Kesejahteraan Sosial dan Ekonomi Menggunakan Analisis Biplot

Vivi Vitacrisye Haribae¹, Charles Eferaim Mongi¹, Yohanes A.R Langi^{1*}

¹Jurusan Matematika–Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam–Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia

*Corressponding author: yarlangi@unsrat.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan memetakan kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Utara berdasarkan karakteristik sosial ekonomi menggunakan analisis biplot. Lima indikator dianalisis: persentase penduduk miskin, tingkat pengangguran terbuka, IPM, PDRB per kapita, dan kepadatan penduduk. Hasil menunjukkan pengelompokan wilayah berdasarkan kesamaan kondisi sosial ekonomi. Kota Manado menonjol dalam IPM, PDRB per kapita, dan kepadatan penduduk, sementara Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, Kepulauan Sangihe, dan Minahasa Tenggara terkait erat dengan kemiskinan. Variabel pengangguran dan kemiskinan menjadi pembeda utama antarwilayah. Terdapat korelasi positif antara PDRB per kapita, IPM, dan kepadatan penduduk, serta korelasi negatif antara kemiskinan dengan ketiga variabel tersebut. Analisis biplot efektif menggambarkan keragaman data dan mendukung perumusan kebijakan pembangunan berbasis karakteristik wilayah.

ABSTRACT

This study aims to map the districts/cities in North Sulawesi Province based on socio-economic characteristics using biplot analysis. Five indicators were analyzed: poverty rate, open unemployment rate, Human Development Index (HDI), Gross Regional Domestic Product (GRDP) per capita, and population density. The results show regional groupings based on similar socio-economic conditions. Manado City stands out in terms of HDI, GRDP per capita, and population density, while Bolaang Mongondow Selatan, Sangihe Islands, and Southeast Minahasa are closely associated with poverty. Unemployment and poverty emerged as the main differentiating variables between regions. There is a positive correlation among GRDP per capita, HDI, and population density, and a negative correlation between poverty and these three indicators. Biplot analysis effectively captures the data variation and supports the formulation of development policies tailored to each region's characteristics.

INFO ARTIKEL

Diterima :

Diterima setelah revisi :

Tersedia online :

Kata Kunci:

Kesejahteraan sosial dan ekonomi
Sulawesi Utara
Biplot

ARTICLE INFO

Accepted :

Accepted after revision :

Available online :

Keywords:

*Social and Economic Welfare
North Sulawesi
Biplot*

1. PENDAHULUAN

Kesejahteraan sosial dan ekonomi merupakan fondasi utama bagi kemajuan suatu wilayah. Kesejahteraan ini tercermin dari kemampuan suatu daerah dalam memenuhi kebutuhan dasar masyarakat, seperti pendidikan, kesehatan, pekerjaan, dan standar hidup yang layak [1]. Indonesia, dengan jumlah penduduk lebih dari 270 juta jiwa, menghadapi tantangan serius dalam mengurangi kesenjangan sosial ekonomi yang terus berlangsung di berbagai wilayahnya termasuk Sulawesi Utara [2]. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa Provinsi Sulawesi Utara masih menghadapi ketimpangan sosial-ekonomi yang cukup signifikan. Pada tahun 2023, tingkat kemiskinan tercatat sebesar 7,38%, mengalami peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya. Disparitas antar

kabupaten/kota juga terlihat jelas; Bolaang Mongondow Selatan mencatat tingkat kemiskinan tertinggi, sementara Kota Kotamobagu memiliki angka terendah. Perbedaan mencolok tampak pula pada indikator sosial dan ekonomi lainnya seperti TPT, kepadatan penduduk, PDRB dan IPM. [3]. Untuk memahami ketimpangan antar wilayah di Sulawesi Utara secara menyeluruh, dibutuhkan metode analisis yang bisa melihat keterkaitan antar berbagai indikator sekaligus. Salah satu metode yang cocok dan efektif untuk tujuan ini adalah analisis biplot. Berbagai penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa analisis biplot merupakan metode yang efektif dalam memetakan beragam aspek di wilayah Sulawesi Utara, seperti memetakan keterkaitan antara subjek (baik siswa maupun guru) dengan indikator numerasi dalam Asesmen Kompetensi Minimum

(AKM), sehingga membantu pola kelemahan dan keunggulan, serta merancang strategi pembelajaran dan pelatihan yang lebih tepat sasaran [4] [5]. Selain itu, penelitian sebelumnya juga mengungkapkan adanya ketimpangan mutu pendidikan antar kabupaten/kota di Sulawesi Utara.[6] [7]. Analisis biplot memungkinkan visualisasi hubungan antara variabel dan objek secara bersamaan dalam satu grafik, sehingga memudahkan interpretasi pola dan pengelompokan wilayah berdasarkan karakteristik yang serupa. Hasil penelitian diharapkan dapat mengidentifikasi pola hubungan antar variabel serta mengelompokkan wilayah berdasarkan kemiripan karakteristik kesejahteraan

Konsep Kesejahteraan Sosial dan Ekonomi

Kesejahteraan merupakan sistem suatu bangsa tentang manfaat dan jasa untuk membantu masyarakat guna memperoleh kebutuhan sosial, ekonomi, pendidikan, kesehatan yang penting bagi kelangsungan masyarakat tersebut [1]. Hal ini bertujuan untuk menciptakan kondisi di mana setiap individu dapat berpartisipasi secara aktif dalam kehidupan sosial, menikmati hak-hak dasar, serta memiliki akses terhadap sumber daya yang diperlukan untuk meningkatkan kualitas hidup mereka.

Analisis Biplot

Data analisis biplot merupakan analisis statistika deskriptif dimensi ganda yang menyajikan secara simultan n objek pengamatan dan p peubah dalam suatu grafik pada suatu bidang dua dimensi, sehingga ciri-ciri dan posisi relatif peubah tersebut dapat dianalisis. Empat hal penting yang dapat dilihat pada biplot adalah:

1. Kedekatan antar objek, informasi ini bisa dijadikan panduan objek mana yang memiliki kemiripan karakteristik dengan objek tertentu. Dalam biplot, dua objek dengan karakteristik sama akan digambarkan sebagai dua titik yang posisinya berdekatan
2. Keragaman variabel, informasi ini digunakan untuk melihat apakah ada variabel tertentu yang nilainya hampir sama setiap objek ada yang sama besar dan ada juga yang sangat kecil. Dengan informasi ini, bisa diperkirakan pada peubah mana strategi tertentu harus ditingkatkan, serta sebaliknya. Dalam biplot, peubah dengan keragaman kecil digambarkan dengan vektor yang pendek, sedangkan peubah yang ragamnya besar digambarkan sebagai vektor yang panjang.
3. Hubungan (korelasi) antar variabel, dengan menggunakan biplot peubah akan digambarkan sebagai garis berarah. Dua variabel yang memiliki korelasi positif tinggi akan digambarkan sebagai dua buah garis dengan arah yang sama, atau membentuk sudut yang sempit. Apabila dua peubah yang memiliki korelasi negatif tinggi akan digambarkan dalam bentuk dua garis yang arahnya berlawanan, atau membentuk sudut yang

lebar (tumpul). Sedangkan dua buah peubah yang tidak berkorelasi akan digambarkan dalam bentuk dua garis yang mendekati 90° (siku-siku).

4. Keragaman peubah, informasi ini digunakan untuk melihat apakah ada peubah tertentu yang nilainya hampir sama setiap objek ada yang sama besar dan ada juga yang sangat kecil. Dengan informasi ini, bisa diperkirakan pada peubah mana strategi tertentu harus ditingkatkan, serta sebaliknya. Dalam biplot, peubah dengan keragaman kecil digambarkan dengan vektor yang pendek, sedangkan peubah yang ragamnya besar digambarkan sebagai vektor yang panjang. [8],

Penguraian Nilai Singular (*Singular Value Decomposition*)

Singular Value Decomposition (SVD). SVD bertujuan menguraikan matriks X berukuran $n \times p$ dimana n adalah banyaknya objek pengamatan dan p adalah banyaknya variabel, menjadi 3 buah matriks. Persamaan yang digunakan adalah matriks berukuran $n \times p$ yang berisi n objek dan p variabel, dapat dituliskan:

$$X = ULA'$$
 (1)

Dengan:

X = Matriks data berukuran $n \times p$

U = Matriks berukuran $n \times r$ yang kolom-kolomnya disebut vektor singular kolom.

L = Matriks diagonal berukuran $r \times r$ dengan unsur diagonal utamanya adalah nilai singular matriks X , yaitu akar kuadrat dari nilai eigen matriks $X'X$.

A' = Matriks berukuran $p \times r$ yang kolom-kolomnya adalah vektor eigen dari matriks $X'X$. [8]

Parameter α

Ada dua nilai α yang digunakan untuk mendefinisikan $G = UL^\alpha$ dan $H' = L^{1-\alpha}A'$ yaitu $\alpha = 0$ dan $\alpha = 1$. Jika $\alpha = 0$, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$G = U \text{ dan } H' = LA'$$
 (2)

Secara keseluruhan pemilihan $\alpha = 0$, akan memberikan kesesuaian untuk data keragaman. Tampilan biplot akan lebih mampu menggambarkan keragaman variabel, hubungan antar variabel sekaligus mendapatkan informasi mengenai pola objek. Jika $\alpha = 0$ yang digunakan, maka hasil pemfaktoran disebut GH atau CPM biplot. Jika $\alpha = 1$, maka diperoleh persamaan berikut:

$$G = UL \text{ dan } H' = A$$
 (3)

Dengan menggunakan $\alpha = 1$, tampilan biplot akan lebih memberikan gambaran jarak antara pasangan barisan sehingga baik digunakan untuk melihat kedekatan objek-objek. Jika $\alpha = 1$ yang digunakan, maka hasil pemfaktoran disebut RMP biplot (*Row Metric Preserving*). [9].

Ukuran Kelayakan Biplot

Biplot merupakan suatu metode untuk memproyeksikan gambar dari ruang berdimensi banyak ke dalam ruang berdimensi dua. Penyajian informasi data dalam biplot ditentukan oleh nilai ρ ; semakin mendekati angka satu, maka biplot hasil pendekatan matriks berdimensi dua tersebut semakin mampu merepresentasikan informasi yang terkandung dalam data asli dengan baik. Tingkat kedekatan antara matriks X dan biplot dinyatakan dalam bentuk:

$$\rho^2 = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\sum_{i=1}^k \lambda_i} \quad (4)$$

Dengan:

ρ^2 adalah ukuran kelayakan biplot dua dimensi untuk nilai α bersesuaian

λ_1 dan λ_2 adalah nilai eigen dari dua dimensi utama

$\sum_{i=1}^k \lambda_i$ adalah nilai eigen terbesar ke-k dengan $k=1,2,\dots,r$

Apabila ρ^2 mendekati nilai satu ($\geq 70\%$), maka biplot memberikan penyajian yang semakin baik mengenai informasi data yang sebenarnya [10].

2. METODE PENELITIAN

Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari situs resmi Badan Pusat Statistik Sulawesi Utara tahun 2023.

Waktu Penelitian

Waktu Penelitian dilakukan selama periode bulan Desember 2024 – Mei 2025.

Objek Penelitian

Objek Penelitian yaitu kabupaten-kabupaten yang ada di Provinsi Sulawesi Utara diantaranya Bolaang Mongondow, Minahasa, Kabupaten Sangihe, Kabupaten Talaut, Minahasa Selatan, Minahasa Utara, Bolaang Mongondow Utara, Siau Tagulandang Biaro, Minahasa Tenggara, Bolaang Mongondow Selatan, Bolaang Mongondow Timur, Manado, Bitung, Tomohon, Kotamobagu

Variabel Penelitian

Variabel Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Tingkat Kemiskinan (X_1), Tingkat Pengangguran Terbuka (X_2) Kepadatan Penduduk (X_3), Produk Domestik Regional Bruto (X_4), Indeks Pembangunan Manusia (X_5)

Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan berikut:

1. Mengumpulkan data yang bersumber dari situs resmi BPS tahun 2023
2. Melakukan deskripsi data
3. Analisis Biplot:
 - a. Memasukan data (matriks data X)
 - b. Melakukan standarisasi

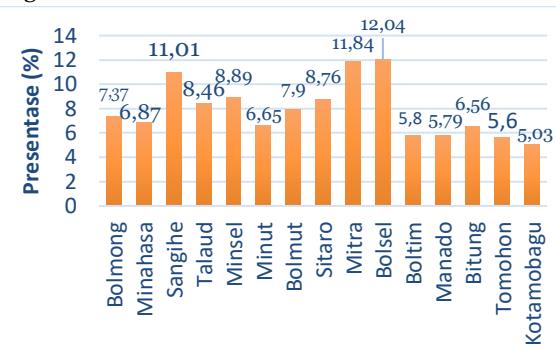
- c. Penguraian matriks X yang sudah distandarisasi dengan SVD
- d. Menghitung $H = AL$ dan $G = UL$
4. Menganalisis dan melakukan interpretasi dari grafik biplot yang didapatkan.
5. Membuat kesimpulan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Data Penelitian

Deskripsi data terhadap masing-masing variabel disajikan dalam untuk grafik untuk menunjukkan perbandingan antar daerah.

a. Tingkat Kemiskinan



Gambar 1. Presentase Tingkat Kemiskinan

Pada Gambar 1 menunjukkan distribusi Tingkat kemiskinan di seluruh kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Utara. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan memiliki Tingkat kemiskinan tertinggi sebesar 12,04% sedangkan Kota Kotamobagu menunjukkan Tingkat kemiskinan terendah sebesar 5,03%. Perbedaan ini menunjukkan adanya kesenjangan kesejahteraan yang cukup mencolok antar daerah.

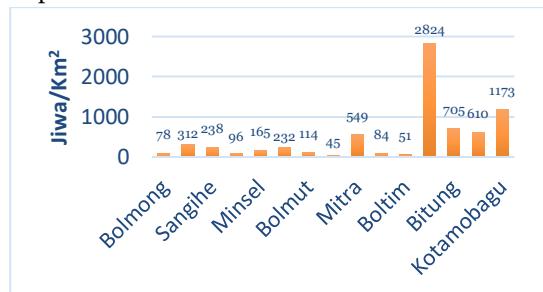
b. Tingkat Pengangguran Terbuka



Gambar 2. Presentase Tingkat Pengangguran Terbuka

Berdasarkan Gambar 2 tingkat pengangguran tertinggi tercatat di Kota Manado dengan nilai sebesar 8,85% sedangkan yang terendah berada di Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro sebesar 2,09%. Grafik ini menunjukkan adanya variasi dalam struktur ketenagakerjaan antar wilayah di Sulawesi Utara.

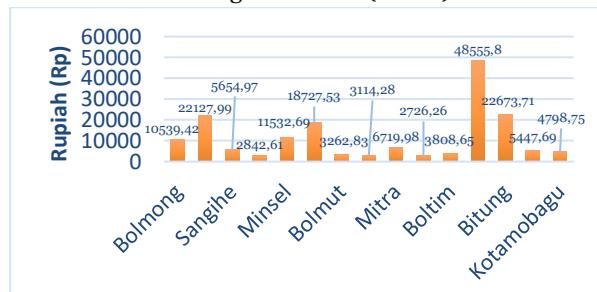
c. Kepadatan Penduduk



Gambar 3. Kepadatan Penduduk

Berdasarkan Gambar 3, Kota Manado memiliki kepadatan penduduk tertinggi, yaitu 2,824 jiwa/km². Sebaliknya, Kabupaten Siau Tagulandang Biaro memiliki Tingkat kepadatan penduduk terendah dengan nilai 45 jiwa/km². Grafik ini menggambarkan konsentrasi populasi yang jauh lebih tinggi wilayah perkotaan dibandingkan daerah kepulauan

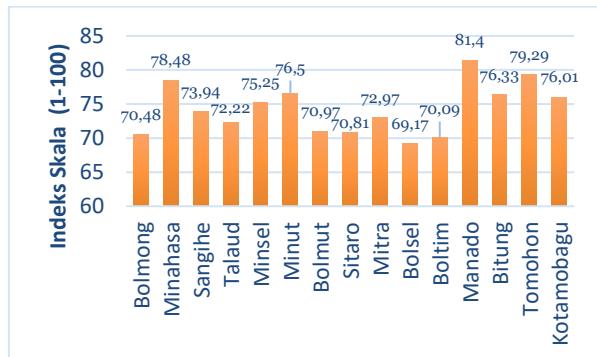
d. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)



Gambar 4. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

Gambar 4 menunjukkan perbandingan PDRB per kapita antar kabupaten/kota. Kota Manado menempati posisi tertinggi dengan nilai PDRB sebesar Rp 48.555,80. Sementara Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan memiliki PDRB per kapita terendah sebesar Rp 2.726,26. Perbedaan ini mengindikasikan variasi signifikan dalam kapasitas ekonomi daerah.

e. Indeks Pembangunan Manusia (IPM)



Gambar 5. Indeks Pembangunan Mausia

Pada Gambar 5 IPM tertinggi terdapat di Kota Manado dengan nilai 81,40 yang menunjukkan pencapaian yang baik dalam aspek Pendidikan, Kesehatan dan standar hidup. Sementara itu Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan memiliki IPM terendah yaitu 69,17, yang mencerminkan perlunya peningkatan Pembangunan manusia di wilayah tersebut.

Penguraian Nilai Singular (*Singular Value Decomposition*)

Singular Value Decomposition (SVD) digunakan untuk menguraikan sebuah matriks menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana. Di bawah ini merupakan matriks X karakteristik kesejahteraan sosial dan ekonomi di Provinsi Sulawesi Utara seperti terlihat pada persamaan 5

Setelah mendapatkan matriks X langkah selanjutnya adalah menghitung matriks $X'X$ dan nilai eigen yang hasilnya masing-masing ditunjukkan pada persamaan 6

$$X = \begin{bmatrix} -0,24 & -0,28 & -0,57 & -0,08 & -1,02 \\ -0,46 & 1,02 & -0,24 & 0,86 & 1,13 \\ 1,37 & -1,15 & -0,34 & -0,47 & -0,09 \\ 0,5 & -0,92 & -0,54 & -0,70 & -0,55 \\ 0,44 & -0,12 & -0,44 & 0,00 & 0,27 \\ -0,56 & 0,81 & -0,35 & 0,58 & 0,60 \\ -0,00 & -0,33 & -0,52 & -0,66 & -0,88 \\ 0,38 & -1,35 & -0,61 & -0,68 & -0,93 \\ 1,74 & -1,03 & 0,09 & -0,39 & -0,35 \\ 1,83 & -1,16 & -0,56 & -0,71 & -1,37 \\ -0,93 & 0,04 & -0,60 & -0,62 & -1,12 \\ -0,94 & 1,53 & 3,25 & 2,99 & 1,92 \\ -0,60 & 1,09 & 0,31 & 0,90 & 0,56 \\ -1,02 & 1,39 & 0,17 & -0,49 & 1,35 \\ -1,27 & 0,46 & 0,95 & -0,54 & 0,47 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$X'X = \begin{bmatrix} 14,000000 & -11,266259 & -5,504560 & -5,308547 & -7,270876 \\ -11,266259 & 14,000000 & 8,084220 & 9,519185 & 11,593917 \\ -5,504560 & 8,084220 & 14,000000 & 11,036950 & 9,811867 \\ -5,308547 & 9,519185 & 11,036950 & 14,000000 & 10,164272 \\ -7,270876 & 11,593917 & 9,811867 & 10,164272 & 14,000000 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\text{Nilai Eigen: } \begin{bmatrix} 71,645 \\ 16,677 \\ 6,198 \\ 4,331 \\ 1,149 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Berdasarkan persamaan 7 nilai eigen terbesar yang diperoleh adalah 71,6452 sebagai λ_1 dan 16,6768 sebagai λ_2 . Penguraian nilai singular matriks X yang berukuran $n \times p$ menjadi U berukuran $n \times r$, matriks L berukuran $r \times p$ dan matriks A berukuran $p \times r$ yang dapat dituliskan menjadi $X = ULA'$.

Dengan menggunakan *software Rstudio* matriks U, L dan A' dapat dilihat pada persamaan 8,9, dan 10.

$$U = \begin{bmatrix} -0,81 & -0,45 & -0,52 & -0,60 & 0,00 \\ 1,49 & -0,31 & 0,88 & -0,44 & -0,15 \\ -1,49 & 0,98 & 0,47 & 0,33 & -0,22 \\ -1,35 & -0,11 & -0,14 & 0,17 & -0,31 \\ -0,28 & 0,17 & 0,58 & -0,09 & -0,12 \\ 1,00 & -0,52 & 0,52 & -0,48 & -0,08 \\ -1,10 & -0,48 & -0,33 & 0,07 & 0,16 \\ -1,81 & 0,07 & -0,40 & 0,03 & -0,45 \\ -1,46 & 1,41 & -0,25 & 0,35 & 0,19 \\ -2,47 & 1,00 & -0,03 & -0,14 & 0,49 \\ -0,70 & -1,30 & -0,76 & -0,31 & 0,12 \\ 4,77 & 1,74 & -0,76 & -0,07 & -0,04 \\ 1,56 & -0,21 & 0,16 & -0,46 & 0,19 \\ 1,56 & -1,19 & 0,72 & 0,79 & 0,23 \\ 1,10 & -0,80 & -0,64 & 0,99 & -0,02 \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$L = \begin{bmatrix} 1,83 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,88 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,54 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,45 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,23 \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$A' = \begin{bmatrix} -0,69 & 0,62 & 0,24 & -0,00 & 0,09 \\ 0,89 & -0,29 & 0,14 & 0,07 & 0,17 \\ 0,79 & 0,40 & -0,40 & 0,22 & 0,05 \\ 0,82 & 0,37 & 0,37 & -0,33 & -0,05 \\ 0,87 & 0,07 & 0,34 & 0,19 & -0,09 \end{bmatrix} \quad (10)$$

Setelah penguraian nilai singular, selanjutnya membuat matriks matriks G dan H dengan menggunakan nilai parameter $\alpha = 1$ maka $G = UL$ dan $H' = A'$.

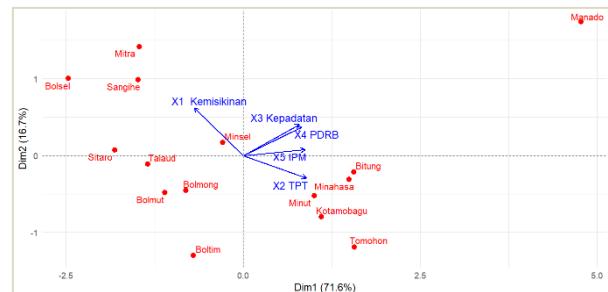
Dari pendekatan matriks pada dimensi dua matriks G dan H diperoleh dengan cara mengambil dua kolom pertama dari matriks G dan H yang dapat diperoleh pada persamaan 11 dan 12.

$$G = \begin{bmatrix} -0,81 & -0,45 \\ 1,49 & -0,31 \\ -1,49 & 0,99 \\ -1,35 & -0,11 \\ -0,28 & 0,16 \\ 1,00 & -0,52 \\ -1,11 & -0,48 \\ -1,81 & 0,07 \\ -1,46 & 1,42 \\ -2,47 & 1,00 \\ -0,70 & -1,30 \\ 4,77 & 1,74 \\ 1,56 & -0,21 \\ 1,56 & -1,19 \\ 1,10 & -0,80 \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$H = \begin{bmatrix} -0,69 & 0,62 \\ 0,89 & -0,29 \\ 0,79 & 0,40 \\ 0,82 & 0,37 \\ 0,87 & 0,07 \end{bmatrix} \quad (12)$$

Analisis Biplot

Berdasarkan data karakteristik kesejahteraan sosial dan ekonomi di Provinsi Sulawesi Utara X_1 sampai X_5 dilakukan analisis biplot menggunakan *Software Rstudio*. Angka merah sebagai objek atau provinsi dan vektor biru sebagai variabel seperti pada Gambar 2.



Gambar 6 Grafik Biplot Pmetaan/Kabupaten Kota

a. Kedekatan Antar Objek

Grafik biplot menunjukkan pola pengelompokan kabupaten/kota di Sulawesi Utara berdasarkan kemiripan karakteristik sosial ekonomi. Kabupaten Minahasa, Kota Bitung, Minahasa Utara, dan Kotamobagu membentuk kelompok dengan profil yang serupa. Manado terlihat menyiang jauh dari wilayah lain, menandakan karakteristik yang sangat berbeda. Sebaliknya, Bolaang Mongondow Selatan, Kepulauan Sangihe, dan Minahasa Tenggara membentuk kelompok tersendiri yang saling berdekatan. Beberapa wilayah seperti Minahasa Selatan, Bolmong, Bolmut, Sitaro, dan Talaud juga menunjukkan kedekatan satu sama lain. Pola ini mencerminkan struktur alami pengelompokan wilayah dan dapat menjadi acuan dalam perencanaan pembangunan yang lebih tepat sasaran.

b. Keragaman Variabel

Dalam grafik biplot, panjang vektor menunjukkan seberapa besar peran masing-masing variabel dalam membedakan kabupaten/kota. Hasil analisis memperlihatkan bahwa vektor Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) paling panjang, yang berarti variabel ini memiliki pengaruh paling besar dalam menjelaskan perbedaan kondisi sosial ekonomi antar wilayah. Kemiskinan juga menjadi variabel yang cukup berpengaruh, meskipun sedikit di bawah TPT. PDRB per kapita dan Kepadatan Penduduk ikut berkontribusi, namun tidak sekuat dua variabel sosial tersebut. Sementara itu, Indeks Pembangunan Manusia (IPM) memiliki vektor terpendek, mengindikasikan bahwa nilai IPM relatif seragam di seluruh kabupaten/kota. Temuan ini menunjukkan bahwa perbedaan kesejahteraan di Sulawesi Utara lebih banyak dipengaruhi oleh faktor sosial seperti pengangguran dan kemiskinan, dibandingkan indikator ekonomi seperti PDRB atau IPM. Karena itu, upaya pembangunan daerah perlu difokuskan pada pengurangan pengangguran dan kemiskinan sebagai langkah awal dalam pemerataan kesejahteraan.

c. Korelasi Antar Variabel

Arah vektor dalam grafik biplot merepresentasikan korelasi antar variabel. Vektor yang mengarah hampir sejajar menunjukkan korelasi positif, sedangkan arah yang berlawanan mencerminkan korelasi negatif. Hasil analisis menunjukkan korelasi positif antara PDRB per kapita, Kepadatan Penduduk, dan Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Ketiganya menggambarkan bahwa daerah dengan ekonomi yang lebih kuat cenderung memiliki kepadatan penduduk yang tinggi dan kualitas pembangunan manusia yang lebih baik. Sebaliknya, vektor Kemiskinan mengarah berlawanan dengan ketiga

variabel tersebut, menunjukkan korelasi negatif. Artinya, tingginya kemiskinan berkaitan dengan rendahnya pendapatan, rendahnya kepadatan, dan capaian IPM yang lebih rendah. Hal ini menegaskan bahwa pembangunan sosial dan ekonomi saling memperkuat, sementara kemiskinan tetap menjadi indikator kunci yang berlawanan arah. Oleh karena itu, upaya peningkatan kesejahteraan perlu difokuskan pada penguatan sektor ekonomi dan pemerataan akses pembangunan antar wilayah.

d. Nilai Variabel Pada Suatu Objek

Berdasarkan grafik biplot, Kota Manado menempati posisi paling mencolok. Letaknya yang jauh di kuadran kanan atas dan searah dengan vektor IPM, PDRB per kapita, dan Kepadatan Penduduk menunjukkan bahwa Manado memiliki nilai tertinggi pada ketiga indikator tersebut. Posisi ini mencerminkan peran strategisnya sebagai pusat ekonomi, pendidikan, dan layanan publik di Sulawesi Utara. Sebaliknya, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, Kepulauan Sangihe, dan Minahasa Tenggara berada searah dengan vektor Kemiskinan dan menjauh dari arah pembangunan. Hal ini mengindikasikan tingkat kemiskinan yang tinggi dan keterbelakangan pembangunan sosial ekonomi di wilayah-wilayah tersebut. Kota Bitung, Minahasa, Minahasa Utara, dan Kotamobagu cukup dekat dengan vektor Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT). Meski tergolong berkembang, pengangguran masih menjadi tantangan utama di daerah ini. Sementara itu, Kabupaten Minahasa Selatan (Minsel) berada dekat titik pusat grafik dan sedikit mengarah ke vektor Kemiskinan. Posisi ini menandakan kondisi sosial ekonomi yang cenderung sedang, namun tetap perlu memperhatikan potensi kerentanan terhadap kemiskinan.

Ukuran Kelayakan Biplot

Hasil dari RStudio menunjukkan bahwa Dimensi 1 menjelaskan 71,6% dan Dimensi 2 menjelaskan 16,7% variasi data, sehingga secara total mencakup 88,3%. Cakupan ini menunjukkan bahwa visualisasi dua dimensi sudah sangat representatif untuk menggambarkan hubungan antar variabel dan objek. Nilai tersebut juga dapat dihitung manual melalui Persamaan (4), dengan hasil nilai eigen sebagai berikut

$$\lambda_1 = 71,645, \quad \lambda_2 = 71,645 \sum \lambda_k = 88.322$$

Sehingga

$$\rho^2 = \frac{71,645 + 16,677}{100,00} = \frac{88,322}{100,00} \times 100\% = 0,8832 \text{ atau } 88,32\%$$

Hasil perhitungan manual ini sesuai dengan hasil dari *Software RStudio*, yang mengindikasikan bahwa biplot memiliki tingkat kelayakan yang tinggi dan dapat digunakan untuk keperluan analisis serta visualisasi data dalam penelitian ini.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa biplot mampu menggambarkan perbedaan dan kemiripan karakteristik sosial ekonomi antar kabupaten/kota di Sulawesi Utara. Kota Manado memiliki capaian tertinggi pada IPM, PDRB per kapita, dan kepadatan penduduk. Sebaliknya, Bolaang Mongondow Selatan, Sangihe, dan Minahasa Tenggara menonjol pada tingkat kemiskinan. Minahasa, Bitung, Minahasa Utara, dan Kotamobagu memiliki tingkat pengangguran yang tinggi.

Pengangguran dan kemiskinan menjadi variabel paling membedakan antar wilayah, sementara IPM relatif seragam. Terdapat korelasi positif antara PDRB, IPM, dan kepadatan penduduk, serta korelasi negatif dengan kemiskinan. Nilai variabel pada suatu objek dapat dikenali dari arah dan jaraknya terhadap vektor, yang memberi gambaran visual tentang kekuatan dan kelemahan tiap daerah.

REFERENSI

- [1] Gorahe, L. V., Waani, F., & Tasik, F. (2021). Dampak pandemi Covid-19 terhadap kesejahteraan masyarakat di Desa Dalako Bambanehe Kecamatan Tatoareng Kabupaten Kepulauan Sangihe. *EKSEKUTIF* 1(1), 1-9.
- [2] Sutikno. N.A. 2020. "Bonus Demografi Di Indonesia." *VISIONER: Jurnal Pemerintahan Daerah Di Indonesia* 12(2):421-39.
- [3] Badan Pusat Statistik. (2024). Statistik Daerah Provinsi Sulawesi Utara.
- [4] Daman, R. dan D. Hatidja. 2012. Pemetaan SMP SMP di Kab. Minahasa Tenggara Berdasarkan Standar Pendidikan dan Tenaga Kependidikan, Standar Sarana dan Prasarana, Standar Pengelolaan, dan Standar Pebinayaan Menggunakan Analisis Biplot. *Jurnal De Cartesian* 1(1). 34-35
- [5] Amare, L., Prang, D. J., & Manurung, T. 2016. Pemetaan Biplot terhadap Pemetaan Kebutuhan Guru SMP di Kabupaten Kepulauan Sangihe Berdasarkan Rasio Guru per Mata Pelajaran. *Jurnal De Cartesian* 5(1) 26-27.
- [6] Purwanto, C., Hatidja, D., & Paendong M, 2015. Pemetaan SMA/SMK Kabupaten Minahasa Tegara Berdasarkan Empat Indikator Standar Nasional Pendidikan Dengan Menggunakan Analisis Biplot. *Jurnal De Cartesian* 4(1) 37-41.
- [7] Tinungki, J., Hatidja, D., & Komalig H, 2014. Analisis Biplot untuk memetakan sekolah Menengah Pertama di Kabupaten Sangihe berdasarkan empat Indikator Standar Nasional Pendidikan *Jurnal De Cartesian* 3(2) 13-16.
- [8] Jolliffe, I. T. (1986). Principal Component Analysis. Springer-Verlag, New York.
- [9] Samai, M. I., Salaki, T. D., & Paendong, S. M. 2024. Pemetaan Karakteristik Berdasarkan Tingkat Kesejahteraan di Kabupatenendecompo Minahasa Menggunakan Analisis Biplot. [Skripsi], Universitas Sam Ratulangi 23-28.

- [10] Sepang, Z. M., Hatidja, D., Langi, Y., 2015. Pemetaan SMA dan SMK Berdasarkan Standar Kompetensi Lulusan, Proses, Pembiayaan Pendidikan, dan Penilaian Pendidikan Menggunakan Menggunakan Analisis Biplot di Kabupaten Minahasa Tenggara *Jurnal De Cartesian* 4(2) 213-217.

Vivi Vitacrisye Haribae (viviharibae04@gmail.com)



Lahir di Bitung, Sulawesi Utara pada tanggal 4 April 2003. Menempuh pendidikan tinggi Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Sam Ratulangi Manado. Tahun 2025 adalah tahun terakhir ia menempuh studi. Makalah ini merupakan hasil penelitian skripsinya yang dipublikasikan.

Charles Eferaim Mongi
(charlesmongi@unsrat.ac.id)



Lahir di Tondano, Sulawesi Utara pada 4 Januari 1984. Pada tahun 2006 memperoleh Gelar Sarjana pada Program Studi Matematika, Universitas Sam Ratuangi. Gelar Magister Sains diperoleh dari Institut Pertanian Bogor pada tahun 2014. Menjadi dosen di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sam Ratulangi pada tahun 2008 sampai sekarang.

Yohanes A.R. Langi (yarlangi@unsrat.ac.id)



Lahir pada tanggal 13 Juni 1970. Pada tahun 1994 mendaatkan gelar Sarjana Sains (S.Si) yang diperoleh dari Universitas Kristen Indonesia Tomohon. Gelar Magister Sains diperoleh dari Institut Pertanian Bogor pada tahun 2007. Menjadi pengajar akademik tetap di Program Studi Matematika, Universitas Sam Ratulangi