



Analisis Biplot untuk Mendeskripsikan Karakteristik Kartu GSM Berdasarkan Persepsi Sivitas Akademika Vokasi Universitas Halu Oleo

INFO PENULIS

Makkulau
FMIPA Universitas Halu Oleo
kulau.statistika@gmail.com

*Andi Tenri Ampa
FMIPA Universitas Halu Oleo
*anditenri.ampa@uho.ac.id

La Ode Saidi
FMIPA Universitas Halu Oleo

Baharuddin
FMIPA Universitas Halu Oleo

INFO ARTIKEL

ISSN: 3026-3603
Vol. 2, No. 1 April 2024
<http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst>

© 2024 Arden Jaya Publisher All rights reserved

Saran Penulisan Referensi:

Makkulau, Ampa, A. T., Saidi, L. O., & Baharuddin (2024). Analisis Biplot untuk Mendeskripsikan Karakteristik Kartu GSM Berdasarkan Persepsi Sivitas Akademika Vokasi Universitas Halu Oleo. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2 (1), 200-207

Abstrak

Perusahaan penyedia operator seluler untuk sistem prabayar GSM di Indonesia adalah Telkomsel, Indosat, serta pemain baru penyedia operator seluler yaitu, Three (3) Perusahaan tersebut berkompetisi melakukan inovasi agar dapat memenuhi harapan konsumen. Tujuan penelitian ini adalah menelusuri keterkaitan jenis kartu dengan karakteristik kartu GSM. Penelitian ini menggunakan analisis biplot berdimensi dua yang menyajikan secara visual objek dan variabel dalam satu grafik. Penguraian nilai singular suatu matriks (*singular value decomposition* atau SVD) adalah suatu matriks data X berukuran $(n \times p)$ dimana n adalah banyaknya objek pengamatan dan p adalah banyaknya variabel, yang dikorelasikan terhadap nilai rata-ratanya dan berpangkat r . Hasil analisis menunjukkan bahwa masing-masing kartu GSM memiliki keunggulan dan kelemahan yang bergantung pada kebutuhan setiap pengguna kartu. Kartu As, Simpati, dan IM3 memiliki keunggulan pada tawaran promo, harga voucher inovasi paket promo, tarif sms, frekuensi internetan, dan tarif internetan yang relatif murah. Kartu Axis memiliki keunggulan pada harga kartu, sinyal jaringan, frekuensi sms, layanan keluhan konsumen, dan jangkauan jaringan yang relatif rendah. Kartu Halo memiliki keunggulan pada frekuensi telepon dengan tarif telepon yang relatif murah. Kartu XL memiliki keunggulan pada letak konter yang mudah dijangkau.

Kata kunci: Analisis biplot, Kartu GSM, dan Nilai singular.

Abstract

The companies providing cellular operators for the GSM prepaid system in Indonesia are Telkomsel, Indosat, as well as new players providing cellular operators, namely, Three (3). These companies are competing to innovate in order to meet consumer expectations. The aim of this research is to explore the relationship between card types and GSM card characteristics. This research uses two-dimensional biplot analysis which visually presents objects and variables in one graph. Singular value decomposition of a matrix (singular value decomposition or SVD) is a data matrix. The analysis results show that each GSM card has advantages and disadvantages that depend on the needs of each card user. Kartu As, Simpati, and IM3 have advantages in promo offers, promo package innovation voucher prices, SMS rates, internet frequency, and relatively cheap internet rates. The Axis card has the advantage of card price, network signal, SMS frequency, consumer complaint service, and relatively low network coverage. Kartu Halo has the advantage of telephone frequency with relatively cheap telephone rates. The XL card has the advantage of having a counter that is easy to reach.

Keywords: Biplot analysis, GSM Cards, and Singular values

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi komunikasi di Indonesia pada era globalisasi saat ini sangatlah pesat. Salah satunya pada perkembangan telekomunikasi seluler. Mobilitas serta meningkatnya kebutuhan masyarakat dalam berkomunikasi dimana saja dan kapan saja menjadikan faktor pendorong munculnya teknologi berbasis seluler yang kini dikenal sebagai telepon seluler atau *handphone* (Denis, 2023).

Beberapa perusahaan penyedia operator seluler untuk sistem prabayar GSM di Indonesia adalah Telkomsel dengan merek dagang Simpati dan Kartu As, Indosat dengan merek dagang Mentari dan IM3, serta pemain baru penyedia operator seluler yaitu, Three (3) yang merupakan produk atau keluaran Hutchison Charoen Pokphand Telecom. Perusahaan tersebut berkompetisi melakukan inovasi agar dapat memenuhi harapan konsumen. Banyaknya produk GSM yang beredar di pasaran dengan karakteristik yang berbeda, membuat konsumen pengguna produk GSM juga beragam dengan latar belakang kehidupan dan karakteristik yang berbeda-beda. Sementara itu, karakteristik konsumen dan karakteristik produk GSM itu sendiri merupakan salah satu atribut yang menjadi pertimbangan dalam penentuan keputusan pembelian dari konsumen (Widyanti, 2018) dan (Eko, 2021).

A1. Tinjauan Pustaka

A.1.1 *Global System for Mobile (GSM)*

Kartu GSM merupakan sebuah sistem teknologi komunikasi seluler yang bersifat digital. Teknologi GSM banyak diterapkan pada komunikasi bergerak, khususnya telepon genggam. Teknologi ini memanfaatkan gelombang mikro dan pengiriman sinyal yang dibagi berdasarkan waktu sehingga sinyal informasi yang dikirim akan sampai pada tujuan. GSM dijadikan standar global untuk komunikasi seluler sekaligus sebagai teknologi seluler yang paling banyak digunakan di seluruh dunia (Widyanti, 2018).

A.1.2 *Karakteristik Kartu GSM*

Dengan banyaknya kartu GSM di pasaran memberikan keleluasaan bagi konsumen untuk memilih merek yang sesuai dengan keinginannya. Banyak di antara konsumen sering berganti kartu ataupun memiliki beberapa kartu tersebut dengan tujuan mendapatkan kemudahan dalam berkomunikasi, mendapatkan tarif yang murah, dan layanan yang ditawarkan karena setiap operator tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing (Ikhsan, 2019).

A.1.3 *Validitas dan Reliabilitas*

Validitas menunjukkan sejauh mana pertanyaan kuesioner mengukur apa yang ingin diperoleh informasinya. Data dikatakan memiliki validitas yang tinggi apabila menghasilkan

informasi yang relevan dengan tujuan penelitian (Johnson, & Wichern, 2007) dan (Singarimbun, 2021). Rumus korelasi *Pearson* (r):

$$r = \frac{n(\sum_{i=1}^n x_i y_i) - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \quad (1)$$

dengan r adalah koefisien korelasi *Pearson*, n adalah jumlah sampel, X adalah skor butir setiap responden, dan Y adalah skor butir yang diharapkan setiap responden.

Reliabilitas adalah indeks yang menunjukkan sejauh mana suatu kuesioner dapat dipercaya atau dapat diandalkan. Sebuah kuesioner dikatakan reliabel apabila kuesioner tersebut memberikan hasil pengukuran yang konsisten apabila digunakan beberapa kali untuk mengukur gejala yang sama (Mattjik & Sumertajaya, 2019). Rumus *Cronbach's* alpha:

$$\alpha = \left[\frac{i}{k-i} \right] \left[1 - \frac{\sum_{b=1}^k \sigma_b^2}{\sum \sigma_b^2} \right] \quad (2)$$

dengan α adalah reliabilitas instrumen i adalah banyaknya butir pertanyaan, $\sum \sigma_b^2$ adalah jumlah variansi butir, dan σ_b^2 adalah jumlah variansi total.

A.1.4 Analisis Biplot

Analisis biplot merupakan metode statistika deskriptif berdimensi ganda yang dapat disajikan secara simultan pada segugus objek pengamatan dan variabel sehingga karakteristik variabel dan objek dapat dianalisis. Menurut Mattjik (2002) dan Makkulau dkk. (2023), ada empat hal penting yang dapat dilihat dalam tampilan biplot, yaitu:

- 2 Variabel digambarkan sebagai vektor berarah. Dua variabel yang memiliki korelasi yang tinggi akan digambarkan sebagai dua vektor dengan arah yang sama atau membentuk sudut yang sempit. Apabila dua variabel memiliki korelasi negatif maka kedua vektor berlawanan atau membentuk sudut yang lebar (tumpul). Sementara itu dua buah variabel yang tidak berkorelasi akan digambarkan dalam bentuk dua vektor yang mendekati 90° (siku-siku).
- 3 Keragaman variabel yang kecil digambarkan dalam biplot, dengan panjang vektornya yang pendek, sedangkan variabel yang ragamnya besar digambarkan dengan vektor yang panjang.
- 4 Kedekatan antar-objek memberikan informasi kemiripan karakteristik objek tersebut. Dalam biplot, dua objek dengan karakteristik yang mirip akan digambarkan sebagai dua titik yang posisinya berdekatan.
- 5 Variabel yang letaknya searah dengan objek menunjukkan bahwa objek tersebut mempunyai nilai di atas rata-rata. Apabila suatu objek terletak berlawanan dengan suatu variabel tersebut maka atribut tersebut memiliki nilai di bawah rata-rata.

A.1.5 Penguraian Nilai Singular

Menurut Jolliffe (2010) dan Makkulau dkk. (2024), perhitungan pada analisis biplot didasarkan pada penguraian nilai singular suatu matriks (*singular value decomposition* atau SVD). Suatu matriks data \mathbf{X} berukuran $(n \times p)$ dengan n adalah banyaknya objek pengamatan dan p adalah banyaknya variabel, yang dikorelasikan terhadap nilai rata-ratanya dan berpangkat r , maka bentuk matriks tersebut dapat dituliskan menjadi:

$$\mathbf{X} = \mathbf{U}\mathbf{L}\mathbf{A}^T \quad (3)$$

dengan matriks \mathbf{U} dan \mathbf{A} masing-masing berukuran $(n \times r)$ dan $(p \times r)$, sehingga:

$\mathbf{U}^T\mathbf{U} = \mathbf{A}^T\mathbf{A} = \mathbf{I}_r$ (matriks identitas berdimensi r). Sedangkan \mathbf{L} adalah matriks diagonal berukuran $(r \times r)$ dengan unsur-unsur diagonalnya adalah akar kuadrat dari akar ciri $\mathbf{X}^T\mathbf{X}$ atau $\mathbf{X}\mathbf{X}^T$ sehingga $\sqrt{\lambda_1} \geq \sqrt{\lambda_2} \geq \dots \geq \sqrt{\lambda_r}$. Unsur-unsur diagonal dari matriks \mathbf{L} ini disebut nilai singular dari matriks \mathbf{X} . Kolom-kolom matriks \mathbf{U} terdiri dari r vektor ciri dari $\mathbf{X}^T\mathbf{X}$ atau $\mathbf{X}\mathbf{X}^T$. Kolom-kolom matriks \mathbf{U} disebut vektor singular kolom matriks \mathbf{X} dalam ruang berdimensi n . Kolom-kolom matriks \mathbf{A} terdiri dari r vektor ciri dari matriks $\mathbf{X}^T\mathbf{X}$ yang berpadanan dengan akar ciri λ . Kolom-kolom matriks \mathbf{A} disebut vektor singular baris matriks \mathbf{X} dalam ruang berdimensi p . Penjabaran persamaan:

$$\mathbf{X} = \mathbf{U}\mathbf{L}\mathbf{A}^T = \mathbf{U}\mathbf{L}^\beta \mathbf{L}^{1-\beta} \mathbf{A}^T \quad (4)$$

dengan mendefinisikan $\mathbf{G} = \mathbf{U}\mathbf{L}^\beta$ dan $\mathbf{H} = \mathbf{A}\mathbf{L}^{1-\beta}$, untuk $0 \leq \beta \leq 1$, maka persamaan (4) dapat ditulis:

$$\mathbf{X} = \mathbf{G}_{(n \times r)} \mathbf{H}_{(r \times p)}^T \quad (5)$$

Unsur ke- (ij) matriks \mathbf{X} dapat dituliskan sebagai:

$$\mathbf{X}_{ij} = \mathbf{g}_i \mathbf{h}_j \quad (6)$$

dengan $i = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, p$.

Jika \mathbf{X} berpangkat dua maka vektor baris \mathbf{g}_i dan vektor kolom \mathbf{h}_j dapat digambarkan dalam ruang berdimensi dua. Matriks \mathbf{X} yang berpangkat lebih dari dua dapat didekati dengan matriks berpangkat dua, sehingga persamaan (4) dapat ditulis menjadi:

$$2\mathbf{X}_{ij} = \mathbf{g}_i^* \mathbf{h}_j^* \quad (7)$$

yang masing-masing \mathbf{g}_i^* dan \mathbf{h}_j^* mengandung dua unsur pertama vektor \mathbf{g}_i dan \mathbf{h}_j .

Nilai β dapat bernilai sembarang pada interval $0 \leq \beta \leq 1$ tetapi pengambilan nilai ekstrim $\beta = 0$ dan $\beta = 1$ akan berguna untuk mempermudah interpretasi hasil biplot (Wijayanto, 1998). Jika $\beta = 0$, maka $\mathbf{G} = \mathbf{U}$ dan $\mathbf{H} = \mathbf{A}$, sehingga:

$$\mathbf{X}^T \mathbf{X} = (\mathbf{G}\mathbf{H}^T)^T (\mathbf{G}\mathbf{H}^T) = \mathbf{H}\mathbf{G}^T \mathbf{G}\mathbf{H}^T = \mathbf{H}\mathbf{U}^T \mathbf{U}\mathbf{H}^T = \mathbf{H}\mathbf{H}^T. \quad (8)$$

Jika $\mathbf{X}^T \mathbf{X} = \mathbf{H}\mathbf{H}^T = (n-1)\mathbf{S}$, maka hasil kali $\mathbf{h}_i \mathbf{h}_k$ akan sama dengan $(n-1)$ kali peragam \mathbf{S}_{jk} dan $\mathbf{h}_j \mathbf{h}_k$ menggambarkan keragaman variabel ke- k sedangkan korelasi variabel ke- j dan ke- k ditunjukkan oleh nilai kosinus sudut antara vektor \mathbf{h}_i dan \mathbf{h}_k .

Jika $\beta = 1$ maka $\mathbf{G} = \mathbf{U}\mathbf{L}$ dan $\mathbf{H} = \mathbf{A}$, sehingga diperoleh hubungan:

$$\mathbf{X}\mathbf{X}^T = (\mathbf{G}\mathbf{H}^T)(\mathbf{G}\mathbf{H}^T)^T = \mathbf{G}\mathbf{H}^T \mathbf{H}\mathbf{G}^T = \mathbf{G}\mathbf{A}^T \mathbf{A}\mathbf{G}^T = \mathbf{G}\mathbf{G}^T. \quad (9)$$

Dengan demikian jarak Euclid antara \mathbf{g}_h dan \mathbf{g}_i akan sama dengan jarak Euclid antara X_h dan X_i . Keakuratan dari biplot dalam menerangkan tingkat keragaman dari matriks data asal dirumuskan sebagai berikut:

$$\psi^2 = (1 + \sum_{k=1}^p \lambda_k) / \sum_{k=1}^p \lambda_k \quad (10)$$

dengan λ_1 adalah akar ciri terbesar pertama, λ_2 adalah akar ciri terbesar kedua, λ_k adalah akar ciri terbesar ke- k , dan ψ adalah tingkat keakuratan. Jika nilai ψ mendekati nilai satu, maka biplot yang diperoleh dari matriks pendekatan berpangkat dua akan memberikan penyajian yang semakin baik mengenai informasi-informasi yang terdapat pada data yang sebenarnya.

B. Metodologi

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer berupa karakteristik kartu GSM berdasarkan persepsi sivitas akademika Vokasi Universitas Halu Oleo. Ada 6 jenis kartu yang menjadi objek penelitian yaitu As, Simpati, Halo, IM3, XL, dan Axis. Sementara itu karakteristik kartu GSM (variabel) penelitian yang digunakan adalah:

- X_1 : harga kartu perdana
- X_2 : harga voucher isi ulang
- X_3 : letak konter
- X_4 : tarif telepon
- X_5 : tarif SMS
- X_6 : tarif internetan
- X_7 : tawaran promo/bonus
- X_8 : inovasi paket promo
- X_9 : layanan keluhan konsumen
- X_{10} : sinyal jaringan
- X_{11} : jangkauan jaringan
- X_{12} : frekuensi pakai telepon
- X_{13} : frekuensi pakai SMS
- X_{14} : frekuensi pakai internetan.

Populasi

Populasi penelitian ini adalah seuruh sivitas akademika Vokasi sebanyak 1173 orang dengan 5 program studi, dengan 1088 mahasiswa (92,6%) dan 85 (7,4%) staf dan dosen.

Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini diambil dengan teknik *random stratified sampling*. Sampel ini bertujuan untuk membentuk data yang homogen dari populasi. Sampel yang diambil sebanyak 89 orang atau 7,5% dari populasi.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan prosedur:

1. Merancang kuesioner sesuai dengan tujuan penelitian;
2. Mengambil data uji coba untuk pengujian validitas dan reliabilitas;
3. Melakukan uji validitas dengan menggunakan Persamaan (1) dan uji reliabilitas dengan menggunakan Persamaan (2);

4. Mendeskripsikan responden berdasarkan program studi, umur, jenis kelamin, jenis kartu, dan biaya pulsa per bulan;
5. Melakukan analisis biplot dengan menggunakan *software* SAS untuk melihat karakteristik dari masing-masing kartu GSM;
6. Memberikan interpretasi terhadap hasil biplot yang diperoleh.

C. Hasil dan Pembahasan

C.1. Uji Validitas

Berdasarkan hasil uji validitas pada Tabel 1, semua item pertanyaan yang diajukan pada responden adalah valid karena memenuhi syarat $r_{hitung} > r_{tabel}$. Dengan derajat bebas $(n-2)$ sebesar 20-2 dan α sebesar 0,05 diperoleh r_{tabel} 0,4438.

Tabel 1. Uji validitas pertanyaan dalam kuesioner

Pertanyaan	Tabel r	<i>Corrected item-total correlation</i>	Validitas
Pertanyaan 1	0,4438	0,629	Valid
Pertanyaan 2	0,4438	0,801	Valid
Pertanyaan 3	0,4438	0,570	Valid
Pertanyaan 4	0,4438	0,761	Valid
Pertanyaan 5	0,4438	0,801	Valid
Pertanyaan 6	0,4438	0,725	Valid
Pertanyaan 7	0,4438	0,725	Valid
Pertanyaan 8	0,4438	0,481	Valid
Pertanyaan 9	0,4438	0,480	Valid
Pertanyaan 10	0,4438	0,489	Valid
Pertanyaan 11	0,4438	0,487	Valid
Pertanyaan 12	0,4438	0,538	Valid
Pertanyaan 13	0,4438	0,761	Valid
Pertanyaan 14	0,4438	0,801	Valid

C.2. Uji Reliabilitas

Suatu kuesioner dikatakan reliabel jika hasil uji reliabilitas memberikan nilai *Cronbach's alpha* $> 0,70$. Dalam penelitian ini dengan jumlah sampel sebanyak 20 responden diperoleh nilai *Cronbach's alpha* 0,929 dengan menggunakan *software* SPSS.

Tabel 2. Uji reliabilitas terhadap kuesioner

<i>Cronbach's alpha</i>	<i>N of items</i>
0,929	14

C.3. Biplot antara Karakteristik Kartu dan Jenis Kartu GSM

Dalam analisis biplot dimulai dengan pembentukan matriks data $n \times p$. Matriks tersebut didasarkan pada jenis kartu sebanyak 6 dan karakteristik kartu 14. Matriks 6×14 secara tabel dapat dilihat pada Lampiran 3. Setelah itu, dibentuk matriks $X^T X$, yang mana matriks tersebut digunakan dalam penguraian nilai singular (*singular value decomposition* atau SVD). Dalam penguraian nilai singular yang dicari adalah akar ciri dan vektor ciri dari $X^T X$ tersebut. Akar ciri tersebut disebut nilai singular. Nilai singular tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai singular, proporsi, dan proporsi kumulatif

Nilai Singular	(%) Proporsi	(%) Proporsi kumulatif
0,8837	62,55	62,55
0,5613	25,23	87,78
0,3389	9,20	96,99
0,1601	2,05	99,04
0,1095	0,96	100,00

Selanjutnya dibentuk matriks **L**, yaitu matriks yang unsur diagonalnya adalah nilai singular. Setelah diperoleh matriks **L**, selanjutnya dicari matriks **A** dan **U** sebagai dasar untuk membentuk matriks **G** dan **H**. Matriks tersebut dihasilkan dengan menggunakan *software* SAS dan disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 4. Koordinat biplot untuk objek dalam dimensi 1 dan dimensi 2 (matriks G)

Objek	Dimensi 1	Dimensi 2
As	-0,1920	0,1828
Axis	0,6998	0,3542
Halo	0,2399	-0,6179
IM3	-0,5239	0,1348
Simpati	-0,1093	-0,0055
XL	-0,1145	-0,0485

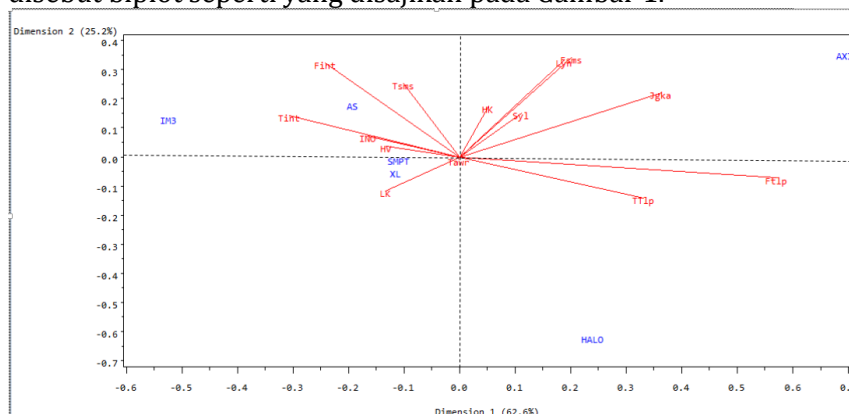
Berdasarkan koordinat biplot untuk objek amatan dalam dimensi 1 dan dimensi 2 pada Tabel 9, diperoleh informasi bahwa titik koordinat biplot untuk objek pengamatan yang tertinggi pada dimensi 1 dan dimensi 2 adalah kartu GSM dengan merek Axis dan yang terendah adalah kartu Simpati.

Tabel 11. Koordinat biplot untuk variabel dalam dimensi 1 dan dimensi 2 (matriks H)

Variabel	Dimensi 1	Dimensi2
Harga kartu perdana	0,0520	0,1732
Harga voucher isi ulang	-0,1317	0,0374
Letak konter	-0,1331	-0,1166
Tarif telepon	0,3313	-0,1420
Tarif SMS	-0,1006	0,2529
Tarif internetan	-0,3067	0,1419
Tawaran promo/bonus	-0,0007	-0,0097
Inovasi paket promo	-0,1656	0,0710
Layanan keluhan konsumen	0,1887	0,3320
Sinyal jaringan	0,1113	0,1492
Jangkuan jaringan	0,3631	0,2198
Frekuensi pakai telepon	0,5707	-0,0724
Frekuensi pakai SMS	0,2016	0,3406
Frekuensi pakai internetan	-0,2417	0,3238

Berdasarkan koordinat biplot untuk variabel dalam dimensi 1 dan dimensi 2 pada Tabel 10, diperoleh informasi bahwa titik koordinat biplot untuk variabel yang tertinggi pada dimensi 1 adalah frekuensi pakai telepon dan yang terendah adalah tawaran promo/bonus. Sementara itu pada dimensi 2 yang tertinggi adalah frekuensi pakai sms dan yang terendah adalah tawaran promo/bonus.

Berdasarkan matriks G dan H, selanjutnya diplotkan dalam satu grafik yang kemudian disebut biplot seperti yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik biplot berdasarkan karakteristik kartu dan jenis kartu GSM

Keterangan:

- HK : harga kartu
- HV : harga voucher
- INO : inovasi paket promo
- TINT : tarif internetan
- TTLP : tarif telepon
- TSMS : tarif sms
- TAWR : tawaran paket promo
- SYL : sinyal jaringan
- LK : letak konter
- FINT : frekuensi pakai internetan
- FTLP : frekuensi pakai telepon
- FSMS : frekuensi pakai sms
- SI : sumber informasi

Gambar 1 menunjukkan bahwa keragaman yang dapat dijelaskan oleh dimensi 1 sebesar 62,6% dan dimensi 2 sebesar 25,2%. Ini berarti bahwa biplot mampu menerangkan

87,8% dari total keragaman data. Hal ini menunjukkan bahwa interpretasi yang dihasilkan mampu menerangkan dengan baik mengenai karakteristik kartu GSM pada sivitas akademika Vokasi Universitas Halu Oleo.

Karakteristik Kartu GSM

Ada empat hal penting yang dapat dilihat pada tampilan biplot. Hal tersebut adalah hubungan antara variabel, keragaman variabel, kedekatan antara objek, dan nilai variabel pada suatu objek. Berdasarkan grafik biplot pada Gambar 1, diperoleh berbagai interpretasi tentang karakteristik kartu GSM.

Hubungan (Korelasi) Antar-Variabel

Gambar 1 memperlihatkan bahwa korelasi positif terjadi antara harga voucher dengan inovasi paket promo, hal ini menunjukkan bahwa hampir semua merek kartu dengan harga voucher yang murah memiliki inovasi paket promo yang tinggi. Hubungan yang positif juga terjadi antara frekuensi telepon dengan tarif telepon, hal ini membuktikan bahwa sebagian besar responden memiliki kartu dengan frekuensi telepon yang sering digunakan dengan tarif percakapan yang murah. Korelasi positif juga terjadi antara tarif sms dengan harga kartu, hal ini membuktikan bahwa sebagian besar responden memiliki kartu yang murah dengan tarif SMS yang relatif murah. Korelasi positif juga terjadi antara frekuensi sms dengan layanan keluhan konsumen, ini membuktikan bahwa sebagian besar responden memiliki kartu dengan frekuensi sms yang murah dan layanan keluhan konsumen yang baik. Korelasi negatif dinyatakan bahwa hampir tidak ada hubungan dengan tarif telepon dan tarif internetan, frekuensi internetan dengan frekuensi telepon, frekuensi internetan dengan jangkauan kartu, hal ini diakibatkan karena membentuk sudut vektor yang lebar.

Keragaman Variabel

Gambar 1 memperlihatkan bahwa keragaman pada dimensi 1 (sumbu pertama) sebesar 62,6% sedangkan keragaman pada dimensi 2 (sumbu kedua) sebesar 25,2%. Gambar tersebut menunjukkan bahwa keragaman yang terbesar terjadi pada variabel frekuensi telepon, jangkauan jaringan, frekuensi internetan, tarif internetan dengan tarif telepon memiliki vektor yang panjang dibandingkan dengan yang lainnya. Variabel yang dikategorikan memiliki vektor yang panjang dapat dilihat dari panjang vektornya yang lebih atau sama dengan setengah dari vektor variabel frekuensi telepon sebagai vektor terpanjang. Hal ini menunjukkan bahwa objek (merek kartu) yang digunakan oleh responden pada sivitas akademika Vokasi Universitas Halu Oleo sangat beragam. Sebaliknya variabel-variabel yang memiliki keragaman kecil dapat dilihat dengan sudut vektornya yang kecil yaitu pada variabel tawaran promo, harga kartu, dan sinyal jaringan. Hal ini berarti harga kartu yang dipasarkan relatif murah, sinyal jaringan dengan jangkauan yang luas, serta memiliki tawaran promo yang menarik.

Kedekatan Antar-Objek

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa koordinat objek yang saling berdekatan secara visual membentuk kelompok dengan karakteristik variabelnya yang berbeda-beda. Hasil biplot menunjukkan bahwa kedekatan antar-objek ditunjukkan oleh merek kartu As, Simpati, dan XL karena jarak ketiga kartu tersebut saling berdekatan. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik dari ketiga objek memiliki tingkat kemiripan yang tinggi berdasarkan faktor-faktor penentu yaitu tawaran promo, harga voucher inovasi paket promo, tarif sms, frekuensi internetan, dan tarif internetan yang relatif murah. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik ketiga kartu tersebut memiliki kemiripan, dalam arti bahwa terjadi persaingan yang ketat antar masing-masing operator kartu GSM dalam industri seluler untuk mendapatkan konsumen, sementara itu, objek dengan merek kartu Im3, Axis, dan Halo merupakan tiga titik yang posisinya berjauhan artinya bahwa ketiga diantara kartu GSM tersebut tidak terjadi kompetisi dalam merebut pangsa pasar.

Nilai Variabel pada Suatu Objek

Gambar 1 memperlihatkan bahwa objek-objek terbagi rata pada kedua sisi, kartu Axis dan Halo berada pada sebelah kanan sumbu Y, sedangkan kartu As, Simpati, XL, dan IM3 berada di sebelah kiri sumbu Y yang berarti keempat merek kartu tersebut memiliki kualitas yang kurang baik terhadap harga kartu, frekuensi sms, layanan keluhan konsumen, jangkauan jaringan, sinyal jaringan, frekuensi telepon, dan tarif telepon. Tetapi, kartu Simpati dan XL keduanya unggul pada tawaran promo dan letak konter yang mudah dijangkau, serta kartu IM3 dan As unggul pada harga kartu, inovasi paket promo, tarif internetan, frekuensi internetan, dan

tarif sms yang murah. Hal ini dikarenakan letak objek (kartu) tersebut searah dengan arah variabel-variabel sehingga kartu tersebut memiliki nilai di atas rata-rata.

D. Kesimpulan

Kartu GSM yang paling banyak digunakan oleh responden adalah kartu As (65,21%) dan Simpati (29,9%). Biplot yang dihasilkan dalam penelitian dapat menerangkan 87,8% keragaman data sebenarnya. Masing-masing kartu GSM memiliki keunggulan dan kelemahan yang bergantung pada kebutuhan setiap pengguna kartu. Kartu As, Simpati, dan IM3 memiliki keunggulan pada tawaran promo, harga voucher inovasi paket promo, tarif sms, frekuensi internetan, dan tarif internetan yang relatif murah. Kartu Axis memiliki keunggulan pada harga kartu, sinyal jaringan, frekuensi sms, layanan keluhan konsumen, dan jangkauan jaringan yang relatif rendah. Kartu Halo memiliki keunggulan pada frekuensi telepon dengan tarif telepon yang relatif murah. Kartu XL memiliki keunggulan pada letak konter yang mudah dijangkau.

Saran

1. Diharapkan penelitian ini dapat dijadikan referensi penelitian selanjutnya mengenai Kartu GSM.
2. Pada peneliti selanjutnya diharapkan mengambil data yang lebih luas untuk lebih efektifnya perhitungan.

E. Referensi

- Denis, G. A. (2023). *Analisis Rantai Markov untuk Mengetahui Peluang Perpindahan Merek Kartu Seluler Prabayar GSM*. *MIPA Unstrat* 2(1): 17-22.
- Eko, W. (2021). *Analisis Karakteristik Konsumen Pengguna Kartu GSM Telepon Seluler di Surakarta* [Skripsi]. Surakarta: Universitas Muhammadiyah.
- Gabriel, K. R. (1971). *The Biplot Grafic Display of Matrices with Application to Principal Componen Analysis*. *Biometrika* 58(3): 453-467.
- Ikhsan, S. (2019). *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pengambilan Keputusan Membeli bagi Pengguna Kartu GSM As* [Skripsi]. Samarinda: Universitas Mulawarman.
- Johnson, R. A. & Wichern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Edisi keenam. New Jersey: Prentice-Hall.
- Jolliffe, I. T. (2010). *Principal Component Analysis*. Edisi kedua. Springer. New York.
- Makkulau, Ampa, A. T., Yahya, I., Ome, L. L., & Saidi, L. O. (2024). Variance The Estimation Eigen Value of Principal Component Analysis and Nonlinear Principal Component Analysis, *ITM Web of Conferences* 58, 04001, The 6th IICMA 2023.
- Makkulau, Gusti N. A. Wibawa, Ampa, A.T., Makkulau, A. T. P., Harini, S., Mulyanto, A. D. (2023). Discriminant Analysis for Determination of Early Childhood Education Accreditation in Southeast Sulawesi Province. *CAUCHY-Jurnal Matematika Murni dan Aplikasi*, 8(2), Pages 7-15 p-ISSN: 2086-0382; e-ISSN: 2477-3344.
- Mattjik, A. A. (2022). *Modul Teori Pelatihan Analisis Multivariate*. Bogor: IPB Press.
- Mattjik, A. A. & Sumertajaya, I. M. (2019). *Sidik Peubah Ganda*. Bogor: IPB Press.
- Singarimbun, M. (2021). *Metode Penelitian Survei*. Jakarta: LP3ES.
- Wijayanto. (1998). *Principal Component Analysis*. Edisi keenam. New York: Springer.
- Widyanti, E. (2018). *Analisis Produk Kartu GSM Prabayar berdasarkan Persepsi Konsumen atas Atribut Produk* [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Sanata Darma.