



Penerapan Analisis Biplot *Robust Singular Value Decomposition* Untuk Data Penyakit Jantung Di Kabupaten Karo

Siti Maymunah Tarigan¹, Rima Aprilia²

¹ Mahasiswa Matematika, FST, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan

² Matematika, FST, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan

sitimaymunah.tarigan@gmail.com

Abstract

Heart disease is a leading cause of mortality both globally and in Indonesia. One Indonesian hospital specializing in cardiac care, RSUD Kabanjahe, recorded approximately 1,616 outpatients between June and August 2024. Primary risk factors contributing to heart disease include gender, age, blood pressure (systolic and diastolic), diabetes, cholesterol, family history, and smoking habits. This study aims to analyze the risk factors associated with heart disease, visualizing the relationship patterns between these variables using the RSVD (Robust Singular Value Decomposition) Biplot method. The results identified 5 outliers in the 28-sample dataset, achieving a Goodness of Fit value of 51.24% for congenital heart disease. The biplot visualization reveals that high systolic and diastolic blood pressure, cholesterol, and diabetes are the components with the most significant contributions. Based on the interpretation, cholesterol and diabetes—with an angular matrix of 143.5 play a major role in the progression of the patient's condition. Furthermore, the correlation between family history and blood pressure significantly impacts the patient's health status. Through this visualization, the most influential factors on cardiac health can be clearly identified. Consequently, the RSVD Biplot method provides a deep understanding of the complex relationships between risk factors and heart disease, enabling the design of more effective prevention strategies.

Keywords: Heart Disease; Biplot Robust; Singular Value Decomposition

Abstrak

Penyakit jantung merupakan hal yang mematikan di dunia maupun di Indonesia sendiri. Salah satu rumah sakit di Indonesia yang menangani penyakit jantung yaitu RSUD Kabanjahe dengan banyak pasien yang tercatat dari bulan Juni 2024 – Agustus 2024 sekitar 1.616 pasien yang rawat jalan. Faktor utama yang penyebab penyakit jantung seperti jenis kelamin, usia, tekanan darah (sistolik dan diastolik), diabetes, kolesterol, riwayat keluarga, dan kebiasaan merokok. Penelitian ini bertujuan menganalisis faktor risiko yang memiliki hubungan terkenanya penyakit jantung dan pola hubungan antara variabel faktor risiko dengan penyakit jantung akan divisualisasikan menggunakan metode *Biplot RSVD*. Hasil dari penelitian ini mendeteksi sebanyak 5 data *outlier* dari 28 sampel sebesar 51,24% nilai dari *Goodness Of Fit* pada penyakit jantung bawaan. Dari gambar biplot dapat dilihat bahwa tekanan darah sistolik maupun diastolik, kolesterol, diabetes yang tinggi merupakan komponen dengan kontribusi yang besar. Dengan interpretasi yang didapat kolesterol dan diabetes dengan matriks sudut 143,5 dimana ini memperkembangkan kondisi pasien. Selain itu kolerasi riwayat keluarga dan tekanan darah mempengaruhi kondisi penderita. Dengan visualisasi, dapat dilihat faktor mana paling berpengaruh terhadap kondisi jantung. Dengan demikian, metode *Biplot RSVD* memberikan pemahaman mengenai hubungan kompleks antara faktor risiko dengan penyakit jantung dan dapat merancang strategi pencegahan penyakit jantung yang lebih efektif.

Kata Kunci: Penyakit Jantung; Biplot Robust Singular; Value Decomposition

1. PENDAHULUAN

Penyakit jantung menyebabkan kematian tertinggi di dunia. Menurut data *World Health Organization* (WHO) tahun 2023 menyatakan 17.8 juta manusia di dunia meninggal akibat penyakit jantung. Sedangkan Kemenkes RI pada tahun 2023 menyatakan di Indonesia penyakit jantung mengakibatkan kematian yang tinggi. RSUD Kabupaten Karo salah satu rumah sakit yang menerima pengobatan penyakit jantung di Tanah Karo, dengan data yang ditinjau langsung dari lokasi sebanyak 1616 pasien yang rawat jalan dari bulan Juni 2024 – Agustus 2024. Biaya yang dihabiskan pemerintah dalam mengobati penderita penyakit jantung sebanyak 23,52 triliun tercatat di BPJS pada 31 Desember 2023 (*Indonesian Heart Association*, 2024).

Jantung berfungsi pemompa darah dan menyalurkannya keseluruh tubuh untuk memenuhi kebutuhan oksigen (Nurulhuda, 2024). Pada dasarnya jantung manusia memiliki perbedaan satu dan lainnya dengan faktor tertentu sebagai penyebab terkena penyakit jantung. Penyebab dari penyakit jantung yaitu hidup yang tidak sehat dan seiring bertambahnya usia akan mengalami pelemahan jantung (Puruhito, 2025). Seseorang menderita penyakit jantung akan mengalami beberapa faktor utama yaitu riwayat keluarga, diabetes, dan lainnya. Gejala yang dirasakan penderita yaitu nyeri di dada, pusing, detak jantung tidak teratur, nyeri bagian perut dan punggung dan sebagainya (Kemenkes, 2023).

Faktor resiko penyebab penyakit jantung membutuhkan analisis sederhana untuk mengetahui hubungannya. Oleh karena itu, digunakan metode statistika dengan pendekatan biplot RSVD diharapkan mampu mengetahui hubungan antara faktor resiko dengan jenis penyakit jantung yang akan di gambar pola hubungan antar variabel. Selain itu juga akan di visualisasi biplot untuk mengetahui pola hubungan antara variabel dengan menggunakan dua dimensi secara signifikan. Dengan begitu dapat dirancang strategi mengurangi penyakit jantung dari pihak rumah sakit dan masyarakat yang terkena penyakit jantung terutama RSUD Kabanjehe.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode biplot *robust singular value decomposition* untuk mengetahui hubungan penyakit jantung dengan pola hubungan antara faktor resiko.

2.1 robust singular value decomposition (RSVD)

Metode robust merupakan outlier yang dapat dihilangkan dengan tidak mengikutsertakan pola data melalui jarak dari setiap pusat data dapat memberikan informasi untuk menyelesaikan pengolahan data. Sedangkan metode SVD merupakan Teknik analisis yang digunakan dalam mendiagonalkan matriks yang membantu menemukan hubungan antara variable.

Metode *robust* merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengatasi data *outlier* agar penduganya tidak sensitif terdapat *outlier* yang ada. Analisis *robust* memiliki vektor

ciri yang bisa dikembangkan dari matriks. Dimana matriks $X_{n \times p}$ dilakukan transformasi data terhadap median sehingga didapat:

$$X_{(n \times p)}^* = X_{(n \times p)} - (j_{n-1} \text{ median } X) \quad (2.19)$$

Matriks memiliki nilai korelasi R dari matriks yang telah ditransformasi sebagai berikut:

$$D^{-\frac{1}{2}} = \text{diag} \left(\frac{1}{\sqrt{MADN_1}}, \frac{1}{\sqrt{MADN_2}}, \dots, \frac{1}{\sqrt{MADN_p}} \right) \text{ merupakan suatu matriks diagonal dengan}$$

$$MADN(X^*) = \frac{\text{Median}\{|X_{ij} - \text{median}(X_j^*)|\}}{0,6745}$$

Dalam mencari nilai pada analisis *robust* memiliki salah satu cara alternatif dalam menyelesaikan simpangan baku yang terjadi pada *robust* yaitu MADN (*Median Absolute Deviation Normalized*).

2.2 Analisis Biplot

Ada beberapa langkah dalam pembuatan biplot yaitu:

1. Transformasi matriks X .
2. Tentukan matriks *singular Value Decompositin* (SVD) atau matriks ULA' .
3. Hitung faktor yang menjadi pembobot λ untuk pareis dan kolom pada matriks

$$\lambda_{b,1} = \sigma_1^\tau \quad \lambda_{b,2} = \sigma_2^\tau$$

$$\lambda_{c,1} = \sigma_1^{1-\tau} \quad \lambda_{c,2} = \sigma_2^{1-\tau}$$

Dengan σ_1 dan σ_2 merupakan nilai dari singular pertama dan kedua dan untuk τ merupakan *split factor*.

4. Hitung nilai dari kolom matriks dengan menggunakan:

$$Xb_i = U_{i1}\lambda_{b,1} \quad Yb_i = U_{i2}\lambda_{b,2}$$

5. Hitung nilai dari setiap kolom menggunakan:

$$Xc_j = A_{i1}\lambda_{c,1} \quad Xc_j = A_{i2}\lambda_{c,2}$$

6. Hubungkan nilai (X, Y) pada baris dan kolom matriks.
7. Langkah terakhir yaitu nilai dari setiap poin yang telah dicari di hubungkan menggunakan garis lurus untuk menggambarkan variabel dari setiap pengamatan.

Varibael terikat yaitu jantung bawaan, arteri koroner, gagal jantung, jantung bawaan, arteri koroner, aritmia, gagal jantung, kardiomiopati, serangan jantung, aterosklerosis, hipertensi, katup jantung dan jantung isemik. Sedangkann variabel bebas X1 jenis kelamin, X2 umur, X3 tekanan darah (sistolik dan distolik) , X4 diabetes, X5 kolesterol, X6 riwayat keluarga, dan X7 merokok.

Untuk menghasilkan penyelesaian dalam penelitian ini digunakan aplikasi R studio yang memiliki langkah prosedur sebagai berikut.

- a) Memperoleh data dari rekap medis pasien RSUD Kabanjahe
- b) Indentifikasi jenis penyakit jantung dan faktor yang menyebabkan penyakit jantung.
- c) Lakukan perhitungan menggunakan metode *robust singular value decomposition* untuk jenis penyakit jantung dengan faktor penyebabnya.
- d) Gambar persamaan RSVD dengan menggunakan analisis biplot yang beruang dimensi dua.

- e) Lakukan uji kesesuaian biplot agar memperoleh kesamaan dari data sebenarnya.
- f) Melakukan interpretasi data dari gambar yang beruang dua dimensi agar memudahkan dalam memahami penelitian tersebut.
- g) Simpulkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskriptif Data

Deskriptif data pada penelitian ini dapat dilihat dari salah satu penyakit jantung yang telah diteliti yaitu penyakit jantung bawaan dengan deskriptif data seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Deskriptif Data Penyakit Jantung Bawaan di RSUD Kabanjahe

Jenis penyakit Jantung	Variabel	Deskriptif Data	
Jantung Bawaan	Jenis kelamin	Perempuan	5
		Laki – laki	23
	Umur	Minimum	0 Thn 2 Bln 22 Hari
		Maksimum	70 Tahun
	Tekanan Darah Sistolik	Minimum	100
		Maksimum	200
	Tekanan Darah Diastolik	Minimum	80
		Maksimum	111
	Diabetes	Ya	3
		Tidak	25
	Kolesterol (Mg/Dl)	Minimum	105
		Maksimum	220
	Riwayat Keluarga	Ya	26
		Tidak	2
	Merokok	Ya	2
		Tidak	26

Dari tabel diatas, penyakit jantung bawaan terdapat 28 pasien dengan 5 pasien perempuan dan laki-laki 23 pasien dengan umur termuda 2 bulan 22 hari dan tertua 70 tahun. Tekanan darah sistolik tercatat berkisar antara 100 mmHg hingga 200 mmHg, sedangkan tekanan darah distolik berkisar 80 mmHg hingga 111 mmHg. Sebagian besar penderita ini tidak mengalami diabetes dan kadar kolesterolnya antar antara 105 hingga 220 mg/dL. Pasien ini rata-rata memiliki riwayat keluarga dan sebagian besar tidak merokok.

3.2 Deteksi Outlier

Deteksi *outlier* untuk mendapatkan nilai signifikansi dari suatu penelitian digunakan rumus:

$$MD_1^2 > \chi_{\alpha;p}^2$$

dimana MD dengan batasan ambang yang digunakan chi-square dengan signifikan didapat 97,5% dan nilai threshold chi-square yaitu 17,53. Hasil MD di dapat dalam tabel dibawah dengan aplikasi R studio.

Tabel 2. Data Outlier Dari Penyakit Jantung Bawaan

Objek	MD ²	Keputusan
5	3587788,16	Outlier
6	3587782,5	Outlier
13	3587800,79	Outlier
14	3587796,34	Outlier
16	3587800,15	Outlier

Dari tabel, penyakit jantung bawaan memiliki 5 outlier dari 28 sampel yang digunakan. Setelah melakukan identifikasi data, *outlier* akan dihapus dari database memastikan analisis lanjut dengan pola sebaran umum dilakukan hingga menghasilkan analisis biplot selanjutnya.

3.3 Singular Value Decomposition (SVD)

SVD digunakan untuk membagi matriks ke dalam 3 kategorik yaitu $X = U D V^T$. Matriks U merupakan vektor ortonormal yang mewakili koordinat sumbu komponen dengan tabel 23 X 8 dimana 23 sebagai objek dan 8 sebagai komponen utama untuk menggambarkan kontribusi objek terhadap komponen utama dimana baris mewakili objek dan kolom mewakili komponen utama. Tabel ini mengidentifikasi hubungan antar objek. Sebagai contoh, objek pertama memiliki kontribusi yang signifikan terhadap komponen pertama dan juga komponen lainnya dengan nilai komponennya -0,15067. Seiring bertambahnya nomor pada kontribusi mempengaruhi hasil komponen utama cenderung berkurang dari analisis data yang dihasilkan.

Sedangkan matriks D merupakan matriks yang berisi singular values, yaitu nilai positif yang besarnya dapat dikaitkan langsung dengan proporsi variansi data yang telah dijelaskan. Agar memudahkan kita dalam memahami dapat dilihat dari tabel dibawah ini:

Tabel 3. Singular Value D Pada Penyakit Jantung Bawaan

SINGULAR VALUE D	
Komponen	jantung bawaan
1	5,921063
2	5,536681
3	4,160046
4	3,991822
5	3,653122
6	2,69687
7	2,467361
8	1,615286

Dari tabel, nilai SVD untuk komponen dalam analisis terkait penyakit jantung. Setiap baris mewakili komponen utama digambarkan dalam dimensi baru yang dihasilkan setelah melakukan dekomposisi. Komponen utama dengan nilai singular yang besar memiliki kontribusi secara signifikan terhadap variansi data, meski nilai komponen selanjutnya kecil tetapi menyimpan informasi penting. Jadi komponen utama paling dominan dalam menggambarkan variansi data sedangkan yang lainnya sebagai wawasan tambahan.

Kemudian, matriks V merupakan ortonormal yang merepresentasikan arah kontribusi pada variabel terhadap komponen yang dibentuk. Dapat dilihat dari tabel dibawah ini:

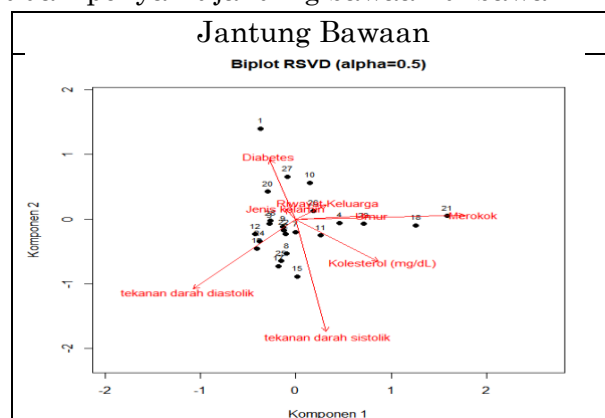
Tabel 4. Matriks Loading V Pada Penyakit Jantung Bawaan

Jantung Bawaan								
Kom	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-0,0419311	0,065936	0,030277	0,066665	0,060102	0,087724	-0,73818	-0,657505
2	0,3124502	0,020828	-0,11303	-0,52859	0,441928	0,49128	-0,32444	0,2625449
3	-0,1033835	-0,737848	-0,17724	0,028105	-0,296426	-0,18378	-0,39136	0,3547776
4	-0,443531	-0,459482	0,609469	-0,32595	0,301998	-0,06756	0,098016	-0,096261
5	-0,1119431	0,3906278	0,126302	-0,00417	0,282567	-0,63647	-0,29649	0,4958264
6	0,355031	-0,276682	-0,34982	0,046835	0,576717	-0,40989	0,297962	-0,288896
7	0,1320802	0,0943487	-0,10689	-0,76389	-0,445883	-0,36951	0,099852	-0,183965
8	0,7285882	0,025309	0,660206	0,132694	-0,106012	-0,05486	-0,01747	-0,02205

Setelah memperoleh nilai dari RSVD maka dapat dilakukan biplot dalam bentuk dua dimensi yang akan memudahkan dalam memahaminya.

3.4 Analisis Biplot

Berikut gambar biplot dari penyakit jantung bawaan di bawah ini:



Gambar 1. Analisis Biplot Pada Dua Dimensi

Dari gambar, biplot dengan komponen utama memiliki hubungan disetiap titik hitam mewakili satu objek sedangkan vektor merah mewakili kontribusi variabel. Gambar ini menjelaskan variabel seperti jenis kelamin, umur, merokok kolesterol, , tekanan darah diastolik dan sistolik memiliki kontribusi lebih besar terhadap komponen pertama dimana dapat dilihat dari panjangnya vektor secara signifikan. Sedangkan untuk riwayat keluarga dan diabetes memiliki vektor lebih pendek oleh sebab itu kontribusinya lebih kecil.

3.5 Goodness Of Fit

Pada GOF dimensi dua ini akan dihitung penyakit jantung bawaan menggunakan nilai λ_k merupakan nilai eigen terbesar atau nilai matriks D yang akan dipangkat 2. Dapat dilihat dalam tabel dibawah ini:

Tabel 5. Matriks D di Pangkat dua akan memperoleh nilai Λ_K

Komponen	Matriks D	Λ_k
1	5,921063	35,05898705
2	5,536681	30,6548365
3	4,160046	17,30598272
4	3,991822	15,93464288
5	3,653122	13,34530035
6	2,69687	7,273107797
7	2,467361	6,087870304
8	1,615286	2,609148862

Agar dapat menghitung nilai GOF dari penyakit jantung bawaan ini dapat digunakan rumus berikut :

$$\rho^2 = \frac{(\lambda_1 + \lambda_2)}{\sum_{k=1}^r \lambda_k}$$

Setelah itu kita masukkan angka yang ada sesuai dengan rumus diatas maka dapat dihasilkan sebagai berikut:

$$\rho^2 = \frac{(35,05898 + 30,6548)}{(35,05898 + 30,6548 + 17,3059 + 15,9346 + 13,3453 + 7,2731 + 6,0878 + 2,6091)}$$

$$\rho^2 = \frac{65,7138}{128,2698}$$

$$\rho^2 = 0,5124$$

$$\rho^2 = 51,24\%$$

nilai GOF dari penyakit jantung bawaan adalah 51,24% yang gambarkan sejauh mana model tersebut menjelaskan variansi suatu data. Tingginya nilai GOF semakin baik model dalam menggambarkan hubungan antara variabel satu dengan yang lainnya. Setelah mencari nilai dari GOF yang telah dihasilkan dapat dilihat dalam tabel berikut ini :

Tabel 6. Nilai GOF dari Penyakit Jantun Bawaan

Jantung Bawaan		
K	Variansi (%)	Gof (%)
1	27,34	27,34
2	23,9	51,24
3	13,49	64,73
4	12,42	77,16
5	10,41	87,56
6	5,67	93,23
7	4,73	97,96
8	2,03	100

Dengan tabel, kontribusi terhadap *variansi dan Goodness Of Fit* (GOF) terhadap setiap komponen (K) dapat dihitung presentasi dari setiap komponen utama dalam penjelasan variansi data. Semakin tinggi nilai dari variansi pada komponen maka semakin besar perannya dalam menjelaskan variansi dalam data. Sebagai contoh pada jantung bawaan komponen pertama memberikan kontribusi 27,34% terhadap variansi dan GOF-nya

27,34%. Semakin tinggi komponen yang akan ditampilkan, semakin besar kontribusinya terhadap variansi dan semakin tinggi nilai GOF. Contohnya pada komponen terakhir K(8) variansi yang dicapai 2,03% sedangkan untuk GOF-nya mencapai 100%.

3.6 Interpretasi Biplot

Interpretasi biplot pada penyakit jantung bawaan menggunakan 3 pengelompokan yaitu:

a. Pengelompokan objek menggunakan kuadran

Pengelompokan ini menunjukkan objek memiliki karakteristik yang sama terhadap komponen utama yang dianalisis pada jantung bawaan sebagai berikut:

- 1) **Kuadran Q1** dengan objek 10, 21 dan 26 menunjukkan objek ini lebih dipengaruhi oleh variabel dominan kolesterol dan riwayat keluarga.
- 2) **Kuadran Q2** dimana objeknya 1, 20 dan 27 terlihat faktor terkait diabetes dan riwayat keluarga sangat memengaruhi kelompok objek tersebut.
- 3) **Kuadran Q3** terdiri dari objek 2, 3, 8, 9, 12, 17, 19, 22, 24, 25, dan 28, variabel dominannya adalah tekanan darah sistolik dan diastolik. Objek-objek ini dipengaruhi lebih banyak oleh faktor tekanan darah dalam membedakan kelompoknya.
- 4) **Kuadran Q4** berisi objek 4, 7, 11, 15, 18, dan 23, dengan tekanan darah sistolik dan diastolik sebagai variabel dominannya, yang menandakan variabel ini berperan penting dalam membedakan objek-objek di kuadran ini.

b. Panjang vektor variabel

Penderita penyakit jantung dengan variabel jenis kelamin relatif lebih rendah yaitu 0,1857 dimana jenis kelamin memberikan kontribusi yang kecil dalam membedakan individu terhadap kondisi jantung bawaan. Sedangkan pada variabel umur sebesar 1,7739 yang memiliki pengaruh signifikan dalam membedakan individu dengan penyakit jantung bawaan, yang menjadikan ini sebagai variabel yang dominan.

a. Matriks sudut antar variabel (indikasi korelasi)

Tabel 7 Matriks Antar Sudut pada penyakit Jantung Bawaan

Jantung Bawaan								
Variabel	Jenis kelamin	Umur	Tekanan darah sistolik	Tekanan darah diastolik	Diabetes	Kolesterol (mg/dL)	Riwayat Keluarga	Merokok
Jenis kelamin	0	119,6	157	101,7	16,8	160,3	88,9	121,4
Umur	119,6	0	83,3	138,6	102,8	40,6	30,7	1,8
Tekanan darah sistolik	157	83,3	0	55,3	173,8	42,7	114	81,6
Tekanan darah diastolik	101,7	138,6	55,3	0	118,6	98	169,3	136,9
Diabetes	16,8	102,8	173,8	118,6	0	143,5	72,1	104,6
Kolesterol (mg/dL)	160,3	40,6	42,7	98	143,5	0	71,3	38,9
Riwayat Keluarga	88,9	30,7	114	169,3	72,1	71,3	0	32,5
Merokok	121,4	1,8	81,6	136,9	104,6	38,9	32,5	0

Dari tabel 7, korelasi yang signifikan antara jenis kelamin dengan umur sebesar 119,6 memiliki hubungan erat dalam mempengaruhi kondisi penderita penyakit jantung. Sejalan itu, korelasi antara kolesterol dengan merokok sebesar 160,3 juga menunjukkan pengaruh terhadap perkembangan kondisi tersebut.

b. Orientasi objek terhadap variabel

Dalam orientasi objek terhadap variabel akan diukur melalui sudut Antara vektor objek dengan vektor variabel yang dapat dikategorikan menjadi tiga bagian yaitu "searah", "berlawanan" dan "hampir tegak lurus". Untuk orientasi objek terhadap variabel pada penyakit jantung bawaan sebanyak 148 orientasi.

4. SIMPULAN

Dari penelitian ini, disimpulkan bahwa penyakit jantung bawaan yang diderita pasien banyak disebabkan faktor kolesterol yang tinggi dan riwayat keluarga. Selain itu, diabetes dengan riwayat keluarga juga memiliki hubungan yang mempengaruhi kelompok pada objek. dapat dilihat dari interpretasi biplot pada kuadran Q1, Q2, Q3 dan Q4. Dengan bantuan panjang vektor pada jantung bawaan dapat dilihat nilai paling rendah terdapat 0,1857 pada jenis kelamin dan yang paling besar terdapat pada merokok dengan nilai 1.7739 yang memiliki pengaruh secara signifikan.

Indikator korelasi pada penyakit jantung bawaan memiliki hubungan yang erat. Sebagai contoh umur dan jenis kelamin memiliki hubungan yang dapat mempengaruhi kondisi penderita penyakit jantung bawaan dengan signifikan sebesar 119,6. Selain itu jumlah orientasi pada penderita penyakit jantung di RSUD Kabanjahe sebanyak 184.

Dengan menggunakan biplot RSVD dapat memvisualisasikan pola yang terdapat pada faktor resiko utama yang menyebabkan penyakit jantung. Pada metode ini dimetakan variabel yang memiliki hubungan dalam ruang dimensi rendah. Sehingga mempermudah dalam melihat pola hubungan antara variabel. Dengan begitu akan mempermudah dalam merancang strategi pencegahan yang efektif.

5. REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan kepada pihak rumah sakit yang menangani penyakit jantung terutama kepada RSUD Kabupaten Karo agar memberikan pemahaman kepada Masyarakat mengkonsumsi makan sehat dan tidak mengkonsumsi makanan siap saji. Dengan begitu dapat mengurangi pasien terkena penyakit jantung.

7. REFERENSI

- Alfajr, N. H., Garino, & Dadang Yusup. (2025). Studi Komparasi Algoritma Random Forest Classifier Dan Support Vector Machine Dalam prediksi Penyakit Jantung. *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, Vol. 13 No. 3.
- Dwipurwani, O., Cahyawati, D., & susanti, E. (2022). Analisis Biplot Robust dengan Metode Minimum Covariance Determinant dalam Mendiskripsikan Provinsi Sumatera Selatan

- Berdasarkan Karakteristik Angkatan Kerja Menganggur dari Aspek Gender. *EULER: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi*, Vol. 10 No. 1.
- Gaol, A. H. (2023). Karakteristik Penderit Penyakit Jantung di Rumah Sakit Umum Daerah Sidikalang Kabupaten Dairi Tahun 2023. Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan Prodi D-III Keperawatan Dairi .
- Johanis, I. J., Hinga, I. A., & Sir, A. B. (2020). Faktor Resiko Hipertensi, Merokok dan Usia Terhadap Kejadian Penyakit Jantung Koroner pada Pasien di RSUD PROF. DR. W. Z. JOHANNES KUPANG. *Media Kesehatan Masyarakat*. Vol. 2, No.1.
- Nurlela. (2023). Pemetaan Provinsi di Indonesia dengan Robust biplot Menggunakan metode Minimum Covariance Determinant Berdasarkan Perilaku Lingkungan Hidup. Universitas Lampung .
- Nurulhuda, U., & Nurul , M. (2024). *Keperawatan Kardiovaskuler: Kenali Lebih DEkat Penyakit Jantung Koroner dengan Penerapan Sdki dan Siki*. Yogyakarta: Deepublish Digital.
- Putri, Y. E. (2021). Analisis Pada Kematian Akibat Penyakit Jantung di Rumah Sakit Umum H. ADAM MALIK menggunakan Poisson Ridg Regression (PRR). Universitas Islam Negeri Sumatera Utara .
- Profil American Heart Association (AHA). (2023).
- Profil Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI). (2023).
- Profil World Health Organization (WHO). (2023).
- Puruhito, I. (2025). *Patofisiologi Klinik- Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah yang Memerlukan Terapi Pembedahan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Rokom. (2023, September 25). Dipetik April 29, 2024, dari <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/rilismedia/20230925/4943963/cegah-penyakit-jantung-dengan-menerapkanperilaku-cerdik-dan-patuh/> Sularno, M. F.
- Taki, F., Lailany Yahya, & Muhammad Rezky Friesta Payu. (2023). Application Of Biplot Analysis With Robust Singular Value Decomposition To Poverty Data In Sulawesi Island. *Media Statistika*.
- Wiyanto, W., & dkk. (2023). Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor dalam Klasifikasi Penyakit Jantung. *KOurnal of Computer System and Informatics (JoSYC)* .
- Warsito, W., & Saleh, H. (2023). Biplot dengan Dekomposisi Nilai Singular Biasa dan Kekar untuk Pemetaan Provinsi Berdasarkan Prestasi Mahasiswa. *Journal of Authentic Research on Mathematics Education (JARME)* .
- Yogianto, A., Ahmad, H., & Zaehol, F. (2024). A Implementation of the K-Nearest Neighbors (KKN) Method for classification of heart Disease. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, Vol. 8 No. 3 .