

**PENERAPAN METODE *DISCRIMINANT ANALYSIS* UNTUK
MEMPREDIKSI RISIKO PENYAKIT JANTUNG**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang
Studi Matematika**



Oleh:

TIYA WULANDARI

NIM. 08011381621047

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2021

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN METODE *DISCRIMINANT ANALYSIS* UNTUK MEMPREDIKSI RISIKO PENYAKIT JANTUNG

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Matematika

Oleh

TIYA WULANDARI
NIM. 08011381621047

Indralaya, Januari 2021

Pembimbing Kedua

Des Alwine Zavanti, M.Si
NIP. 19701204 199302 2 001

Pembimbing Utama

Endang Sri Kresnawati, M.Si
NIP. 19770208 200212 2 003

Mengetahui

Ketua Jurusan Matematika



LEMBAR PERSEMBAHAN

MOTTO

**“Semua hal punya waktu dan tempatnya masing-masing, maka teruslah
bersabar dan teruslah berusaha”**

Hidup adalah tentang sudut pandang

(Selena – Tere Liye)

**Wahai orang-orang yang beriman! Bersabarlah kamu dan kuatkanlah
kesabaranmu dan tetaplah bersiap-siaga (di perbatasan negerimu) dan
bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung**

(QS Ali-Imran ayat 200)

Skripsi ini Kupersembahkan untuk:

- **Bapak dan Ibuku Tercinta**
- **Adikku tersayang**
- **Eyang, dan keluarga besarku**
- **Sahabat-Sahabatku**
- **Almamaterku**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr. wb

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan berkat-Nya yang luar biasa sehingga penyelesaian skripsi yang berjudul **“Penerapan Metode Discriminant Analysis Untuk Memprediksi Risiko Penyakit Jantung”** dapat berjalan dengan baik dan selesai pada waktunya. Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains bidang studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Dengan segala hormat dan kerendahan hati mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Kedua Orang Tua, yaitu Bapak, **Sutino** dan Ibu, **Widayati** yang telah menjadi teman yang baik, menuntun, mendidik, mengajari, menasehati, memberi semangat, dan tidak lelah untuk selalu berdoa yang terbaik untuk anaknya. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.Si**, selaku Ketua Jurusan Matematika atas bimbingan yang telah diberikan selama penulis belajar di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Ibu **Endang Sri Kresnawati, M.Si**, selaku Pembimbing Utama yang telah bersedia meluangkan waktu, pikiran, tenaga, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si**, selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Sriwijaya dan

selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

4. Ibu **Dr. Yulia Resti, M.Si**, selaku Dosen Pengaji sekaligus Dosen yang telah banyak meluangkan waktu serta membantu saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak **Drs. Endro Setyo Cahyono, M.Si**, dan Ibu **Novi Rustiana Dewi, M.Si**, selaku Dosen Pengaji yang telah bersedia meluangkan waktu dalam memberikan tanggapan, kritik dan saran yang bermanfaat dalam perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
6. Ibu **Anita Desiani, M.Kom**, selaku Dosen Pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan banyak pelajaran berharga semasa perkuliahan serta motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
7. **Seluruh Dosen di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam** yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, nasehat serta bimbingan selama penulis menjalani perkuliahan.
8. Adikku tersayang **Muhammad Alif Pastika** dan keluarga besarku yang telah memberikan bantuan keistimewaan lahir dan batin, do'a, semangat, perhatian, cinta dan motivasi agar penulis dapat menyelesaikan secepat mungkin.
9. Sahabat Perantauanku, **Dea Alta, Priska Tryvena H, M. Ari Anggara** dan **Jekta Gumara** yang telah menjadi keluarga terdekat selama di Indralaya dan terimakasih atas segala hal yang sudah dilewati bersama, terkhusus sudah memberikan semangat tiada henti.

10. Team acara terbaik, **Khairanil Washilah** dan **Mutiara Saviera**, terimakasih untuk memberi banyak energi positif dan pelajaran berharga yang tidak saya dapat didalam kelas.
11. Tim skripsi terbaik, **M. Rendy Kurniawan**, **Widya Ayu Amanda** dan **Eling Meyana Dewi** yang telah bekerjasama dengan baik sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Keluarga keduaku, **Desi**, **Tari**, **Soleha**, **Yuni**, **Rada**, **Yorix**, **Elik**, **Jun**, **Roby**, dan **David** yang tiada lelahnya mendengar semua keluh kesah dan tiada hentinya memastikan aku selalu dalam keadaan baik dan sehat selama masa perkuliahan yang jauh dari rumah.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Terimakasih atas semua dukungan, semoga Allah Subhanahuwata'ala membalas semua kebaikan yang diberikan kepada penulis dengan rahmat dan karunia-Nya. Penulis mengharapkan kritik dan saran untuk meningkatkan kualitas dari skripsi ini dan semoga dapat bermanfaat bagi semua yang membacanya.

Wassalammu 'alaikum wr. Wb

Indralaya, Desember 2020

Penulis

APPLICATION OF DISCRIMINANT ANALYSIS METHODS TO PREDICT THE RISK OF THE HEART DISEASE

By :

**Tiya Wulandari
08011381621047**

ABSTRACT

The heart is a human organ that plays a role in the circulatory system. Heart disease is a condition in which the heart is unable to perform its duties properly. Heart disease is the number one leading cause of death worldwide. In this study will be predicted the risk of heart disease based on age, sex, type of chest pain, lower limit blood pressure, cholesterol, fasting blood sugar, electrocardiography results, maximum heart rate, pain inducing exercises, depression induced by sedentary exercise, peak slope of ST segment, number of major blood vessels and type of blood vessel damage to be predicted in the sick or healthy group. This study aims to apply discriminant analysis method in predicting the risk of heart disease. In this study the data is divided into 5 folds and will be tested discriminant function obtained, the error rate is calculated as the average error of 5 fold. The error rate obtained before the discriminant function test is 3.33%. The smallest error rate in discriminant function testing obtained discriminant function formed on fold 3 with an average error rate of 30.09%. While the total average error rate in the data that has been tested discriminant function is 39.83%. This indicates that discriminant function is formed quite well in predicting the risk of heart disease.

Keywords : Discriminant Analysis, Training, Testing, Predict, Fold, Heart.

Pembimbing Kedua



Des Alwine Zayanti, M.Si
NIP. 19701204 199302 2 001

Pembimbing Utama



Endang Sri Kresnawati, M.Si
NIP. 19770208 200212 2 003

PENERAPAN METODE *DISCRIMINANT ANALYSIS* UNTUK MEMPREDIKSI RISIKO PENYAKIT JANTUNG

Oleh :

**Tiya Wulandari
08011381621047**

ABSTRAK

Jantung merupakan organ manusia yang berperan dalam sistem peredaran darah. Penyakit jantung adalah sebuah kondisi dimana jantung tidak dapat melaksanakan tugasnya dengan baik. Penyakit jantung merupakan penyakit yang berperan utama sebagai penyebab kematian nomor satu di seluruh dunia. Pada penelitian ini akan diprediksi risiko penyakit jantung berdasarkan umur, jenis kelamin, tipe sakit dada, tekanan darah batas bawah, kolesterol, gula darah puasa, hasil elektrokardiografi, maksimum denyut jantung, latihan yang menginduksi nyeri, depresi yang diinduksi oleh latihan berat, kemiringan puncak ST segmen, jumlah pembuluh darah utama dan tipe kerusakan pembuluh darah yang akan diprediksi dalam kelompok sakit atau sehat. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *discriminant analysis* dalam memprediksi risiko penyakit jantung. Pada penelitian ini data dibagi menjadi 5 *fold* dan akan dilakukan pengujian fungsi *discriminant* yang didapat, tingkat kesalahan dihitung sebagai rata-rata kesalahan 5 *fold* tersebut. Tingkat kesalahan yang didapat sebelum dilakukan pengujian fungsi *discriminant* adalah sebesar 3,33%. Tingkat kesalahan terkecil pada pengujian fungsi *discriminant* diperoleh fungsi *discriminant* yang terbentuk pada *fold* 3 dengan tingkat kesalahan rata-rata sebesar 30,09%. Sedangkan tingkat kesalahan rata-rata total pada data yang telah dilakukan pengujian fungsi *discriminant* adalah sebesar 39,83%. Hal ini menunjukkan bahwa fungsi *discriminant* yang terbentuk cukup baik dalam memprediksi risiko penyakit jantung.

Kata Kunci : *Discriminant Analysis, Latih, Uji, Prediksi, Fold, Jantung.*

Pembimbing Kedua

Des Alwine Zayanti, M.Si
NIP. 19701204 199302 2 001

Pembimbing Utama

Endang Sri Kresnawati, M.Si
NIP. 19770208 200212 2 003

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| | Halaman |
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | ii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| ABSTRACT..... | vii |
| ABSTRAK | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Pembatasan Masalah..... | 3 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5. Manfaat..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1. Penyakit Jantung | 5 |
| 2.2. Gejala Penyakit Jantung..... | 5 |
| 2.3. Faktor Risiko Penyakit Jantung | 6 |
| 2.3.1. Faktor Risiko yang dapat diubah | 6 |
| 2.3.2. Faktor Risiko yang tidak dapat diubah | 8 |
| 2.4. Peluang..... | 9 |

| | |
|--|-----------|
| 2.5. Matriks | 11 |
| 2.6. Matriks Kovarian | 12 |
| 2.7. Determinan Matriks | 12 |
| 2.8. Invers Matriks | 13 |
| 2.9. Transpose Matriks..... | 13 |
| 2.10. Vektor | 13 |
| 2.11. Nilai Eigen dan Vektor Eigen | 14 |
| 2.12. Transformasi Data..... | 14 |
| 2.14. Analisis Multivariat | 15 |
| 2.15. Metode <i>Discriminant Analysis</i> | 16 |
| 2.14. Asumsi Dasar <i>Discriminant Analysis</i> | 18 |
| 2.14.1. Uji Kehomogenan Matriks | 18 |
| 2.14.2. Uji Beda Vektor Rata-Rata..... | 20 |
| 2.15. Evaluasi Fungsi <i>Discriminant</i> | 21 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | 22 |
| 3.1. Tempat | 22 |
| 3.2. Waktu | 22 |
| 3.3. Metodologi Penelitian | 22 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 24 |
| 4.1. Transformasi Data..... | 24 |
| 4.2. Metode <i>Discriminant Analysis</i> | 28 |
| 4.3. Pemeriksaan Uji Asumsi <i>Discriminant Analysis</i> | 29 |
| 4.3.1. Uji Kehomogenan Matriks Kovarian..... | 29 |

| | |
|--|-----------|
| 4.3.2. Uji Beda Vektor Rata-Rata | 33 |
| 4.4. Pembentukan Fungsi <i>Discriminant</i> | 41 |
| 4.4.1. Fungsi <i>Discriminant</i> Kuadratik | 42 |
| 4.4.2. Fungsi <i>Discriminant</i> Linier | 45 |
| 4.5. Evaluasi Fungsi <i>Discriminant</i> | 46 |
| 4.5.1. Evaluasi Fungsi <i>Discriminant</i> Kuadratik | 47 |
| 4.5.2. Evaluasi Fungsi <i>Discriminant</i> Linier | 49 |
| 4.6. Pengujian Fungsi <i>Discriminant</i> | 52 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 54 |
| 5.1. Kesimpulan | 54 |
| 5.2. Saran | 56 |
| DAFTAR PUSTAKA | 57 |
| LAMPIRAN..... | 59 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 4.1. Tabel Hasil Uji Box'M | 33 |
| Tabel 4.2. Tabel Nilai <i>Pillai' Trace</i> Uji Beda Vektor Rata-Rata..... | 40 |
| Tabel 4.3. Tabel Hasil Prediksi <i>Fold 1</i> | 48 |
| Tabel 4.4. Tabel Nilai APER Fungsi <i>Discriminant</i> Kuadratik | 49 |
| Tabel 4.5. Tabel Hasil Prediksi <i>Fold 5</i> | 50 |
| Tabel 4.6. Tabel Hasil Pengujian Fungsi <i>discriminant</i> Data <i>Training Fold 1</i> | 52 |
| Tabel 4.7. Tabel Hasil Rata-rata Pengujian Fungsi <i>Discriminant</i> | 53 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran 1. Data Setiap <i>Fold</i> | 49 |
| Lampiran 2. Matriks Kovarian dan Invers Matriks Kovarian Perkelompok | 62 |
| Lampiran 3. Matriks Kovarian dan Invers Matriks Kovarian Setiap <i>Fold</i> | 72 |
| Lampiran 4. Tabel <i>Chi-Square</i> | 77 |
| Lampiran 5. Nilai Vektor Rata-rata | 78 |
| Lampiran 6. Nilai <i>W</i> | 79 |
| Lampiran 7. Nilai <i>B</i> | 81 |
| Lampiran 8. Nilai <i>B + W</i> dan <i>trace (B + W)</i> | 84 |
| Lampiran 9. Tabel Prediksi | 86 |
| Lampiran 10. Tabel Pengujian Fungsi <i>discriminant</i> | 87 |
| Lampiran 11. Tabel Z..... | 88 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Metode *discriminant analysis* adalah suatu teknik statistik yang bisa digunakan pada hubungan dependensi. Selain itu salah satu fungsi metode *discriminant analysis* adalah untuk mengalokasikan suatu objek baru ke dalam salah satu kelompok (Johnson dan Wichern., 2002).

Pengelompokan dengan *discriminant analysis* ini terjadi karena ada pengaruh satu atau lebih variabel lain yang merupakan variabel independen. Kombinasi linier dari variabel-variabel ini akan membentuk suatu fungsi *discriminant* (Hair *et al.*, 1998). *Discriminant analysis* memiliki keunggulan yaitu dapat mengelompokkan suatu objek dan memberikan tingkat akurasi yang baik dari hasil pengelompokan tersebut.

Urrechaga *et al.*, (2013) melakukan penelitian menggunakan metode *discriminant analysis* dengan judul *Multivariable Discriminant Analysis for the Differential Diagnosis of Microcytic Anemia* menggunakan menggunakan 5 variabel, yaitu sel darah merah (RBC), hemoglobin (Hb), volume sel rata-rata (MCV), hemoglobin sel rata-rata (MCH), dan lebar distribusi RBC (RDW) dan memperoleh akurasi sebesar 72,1%. Onoja *et al.*, (2018) juga melakukan penelitian dengan menggunakan metode *discriminant analysis* untuk meneliti ketahanan bahan pangan dengan judul *Application of Discriminant Analysis in the Classification of Food Security Status* dan mendapatkan akurasi sebesar 89,9%. Keakuratan metode *discriminant analysis* juga diperkuat oleh penelitian Budiman

et al., (2017) dengan judul Pendekripsi Jenis Autis pada Anak Usia Dini Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis* yang menghasilkan nilai akurasi sebesar 88%.

Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang sedang menghadapi masalah kesehatan. Masalah kesehatan tersebut bukan lagi beban penyakit ganda, melainkan telah berkembang menjadi tiga beban penyakit. Tiga beban penyakit yang dimaksud adalah penyakit menular yang belum tuntas diselesaikan, penyakit tidak menular yang mulai banyak diderita oleh masyarakat, dan munculnya penyakit baru yang belum pernah ada sebelumnya (Depkes RI, 2011). Data dari WHO pada tahun 2014 menyebutkan bahwa angka mortalitas pada kelompok penyakit tidak menular di dunia akan semakin meningkat dari tahun ke tahun (WHO, 2014). Jenis penyakit yang menyumbang angka mortalitas terbanyak pada kelompok penyakit tidak menular adalah penyakit kardiovaskular. Penyakit kardiovaskular adalah penyakit yang disebabkan karena organ jantung maupun pembuluh darah (Action on Smoking and Health, 2014).

Penelitian ini menggunakan metode *discriminant analysis* untuk memprediksi penyakit jantung. Jantung merupakan organ manusia yang berperan dalam sistem peredaran darah. Penyakit jantung adalah sebuah kondisi dimana jantung tidak dapat melaksanakan tugasnya dengan baik. Penyakit jantung merupakan penyakit yang berperan utama sebagai penyebab kematian nomor satu di seluruh dunia. Data Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) tahun 2014 menyebutkan, lebih dari 17 juta orang di dunia meninggal akibat penyakit jantung dan pembuluh darah. Penyakit

jantung terjadi bila darah ke otot jantung terhenti atau tersumbat, sehingga mengakibatkan kerusakan berat pada jantung (Rajkumar & Reena, 2010).

Menurut Depkes RI (2011) faktor risiko penyakit jantung adalah suatu kondisi yang secara potensial berbahaya yang dapat memicu terjadinya penyakit jantung pada seseorang. Faktor risiko penyakit jantung meliputi faktor risiko yang dapat dimodifikasi, seperti merokok, hipertensi, diabetes melitus, dyslipidemia (metabolism lemak yang abnormal), obesitas, kurangnya aktifitas fisik, pola makan, konsumsi minuman beralkohol dan stress. Sedangkan faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi adalah riwayat keluarga, umur, dan jenis kelamin.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat disimpulkan rumusannya masalahnya sebagai berikut :

1. Bagaimana fungsi *discriminant* yang terbentuk dalam memprediksi risiko penyakit jantung ?
2. Bagaimana tingkat kesalahan metode *discriminant analysis* dalam memprediksi pengelompokan risiko penyakit jantung?

1.3. Pembatasan Masalah

Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini prediksi tidak berdasarkan jenis penyakit jantung tertentu. Banyaknya sampel pada penelitian ini adalah 270 sampel yang akan dibagi menjadi 5 *fold*, masing-masing terdiri dari 13 variabel yang akan diteliti, yaitu : umur (*age*), jenis kelamin (*sex*), tipe sakit dada (*chest pain type*), tekanan darah batas bawah (*resting blood pressure*), kolesterol (*cholesterol*), gula darah puasa

(*fasting blood sugar*), hasil elektrokardiografi (*resting electrocardiographic result*), maksimum denyut jantung (*thalac*), latihan yang menginduksi nyeri (*excercise induced angina*), depresi yang diinduksi oleh latihan berat (*old peak*), kemiringan puncak ST segmen (*slope*), jumlah pembuluh darah utama (*CA maximum heart rate*) dan tipe kerusakan pembuluh darah (*thal*).

2. Penelitian ini menggunakan rata-rata tingkat kesalahan pada setiap *fold* yang telah diuji untuk hasil tingkat kesalahan akhir.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan fungsi *discriminant* yang terbentuk untuk memprediksi risiko penyakit jantung.
2. Menghitung tingkat kesalahan metode *discriminant analysis* dalam memprediksi risiko penyakit jantung.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi penulis

Untuk menerapkan metode atau ilmu yang diperoleh selama perkuliahan dan melatih untuk menganalisa permasalahan yang ada serta mencari penyelesaiannya.

2. Bagi pembaca

Dapat digunakan sebagai bahan pengetahuan serta sebagai perbandingan dan sumber acuan untuk bidang kajian yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Action on Smoking and Health. (2014). Action on Smoking and Health. (Online) Tersedia di: http://www.ash.org.uk/files/documents/ASH_117.pdf (Diakses tanggal 13 Februari 2020).
- Anies. (2006). *Waspada Ancaman penyakit tidak menular, Solusi Pencegahan dari Aspek Perilaku & Lingkungan*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo. Hal. 53-65.
- Anton, H. & Rorres, C. (2004). *Aljabar Linear Elementer*. Edisi 8. (diterjemahkan oleh :Indriasari, R., dan Harmein, I). Jakarta: Erlangga.
- Budiman, Edwar., Edy Santoso., dan Tri Afrianto. (2017). *Pendeteksi Jenis Autis pada Anak Usia Dini Menggunakan Metode Linear Discriminant Analysis*. Vol. 1, No 7. Hal. 583-592.
- Depkes RI. (2011). Pedoman Pengendalian Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah. *E-book*. Jakarta: Direktorat Pengendalian Penyakit tidak Menular. Tersedia di: <http://www.perpustakaan.depked.go.id:8180/getbitsteam/?media=12-3456789/771/2/pdmankndalipenyajantungbuluhdarah.pdf> (Diakses tanggal 13 Februari 2020).
- Gramedia Pustaka Utama. WHO. (2014). *Global Status Report on Noncommunicable Diseases 2014*. Geneva: WHO Press. Tersedia di: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/148-114/1/9789241564852_eng.pdf (Diakses tanggal 14 Februari 2020).
- Gudono. (2011). *Analisis Data Multivariat*. Edisi 1. Yogyakarta : BPFE.
- Hair, J.F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., dan Black, W. C. (1998). *Multivariate Data Analysis*.
- Hays, W. L., (1976). *Quantification in Psychology*. New Delhi : Prentice Hall
- Huon, H et al. (2002). *Lecture notes cardiology*. Edisi 4. Jakarta : Erlangga Medical Series. Hal. 107-150.
- I.H.Frank,, dan Hall, M.,A Witten. (2011). *Data Mining : Practical Machine Learning and Tools*. United States: Morgan Kaufmann Publisher.
- Johnson RA, Wichern DW. (2002). *Applied Multivariate Stastical Analysis*. New York: Prentice Hall, Inc.
- Junaidi, J (2014). *Statistik Transformasi Data Ordinal ke Interval dengan Microsoft Office Excel*. Jambi : Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jambi
- Leatham, A. (2006). *Lecture Notes Kardiologi*, hal 125-130. Jakarta : Erlangga.

- Muttaqin A. (2009). *Pengantar asuhan keperawatan klien dengan gangguan sistem kardiovaskular*. Jakarta: Penerbit Salemba Medika.
- Onoja A.A., Viona Ojiambo., dan O.L Babasola. (2018). Application of Discriminant Analysis in the Classification of Food Security Status. *Jurnal Internasional Sains dan Teknik*.
- Putra, Putu AD., I Ketut AP., dan Desi Purnami SP. (2018). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Mata dengan Fuzzy Logic dan Naïve Bayes. *Jurnal Teknologi*. Vol. 6, No. 1.
- Rajkumar, Asha dan G.Sophia Reena. (2010). Diagnosis Of Heart Disease Using Datamining Algorithm. *Journal of Computer Science and Technology*. Volume 10.
- Sartika, E. (2012). Pengolahan Data Berskala Ordinal. *Jurnal JBPTPPOLBAN*. Volume 1.
- Sembiring RK. (2003). *Analisis Regresi*. Edisi 2. Bandung: ITB.
- Subanar. (2011). *Diktat Pengantar Teori Ukuran dan Probabilitas*. Yogyakarta: FMIPA UGM.
- Sulistiyowati dan Sumani. (2013). Matriks. *Modul Pembelajaran Matematika*. Tersedia di : <https://www.academia.edu/16665953/Modul-matematika-matriks> (Diakses 16 Februari 2020)
- Urrechaga, Eloísa., Urko Aguirre., dan Silvia Izquierdo. (2013). Multivariable Discriminant Analysis for the Differential Diagnosis of Microcytic Anemia. *Jurnal Penelitian*.
- Walpole, Ronald E. (1995). *Pengantar Statistika*. Edisi 3. Jakarta: Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama
- Willy, Tjin. (2018). Pengertian Penyakit Jantung. (Online). Tersedia di : <https://www.alodokter.com/penyakit-jantung> (11 Februari 2020).
- Yahya, A.F. (2010). *Menaklukkan Pembunuh No.1 : Mencegah dan Mengatasi Penyakit Jantung Koroner Secar Tepat dan Cepat*. Bandung : PT. Mizan Pustaka.
- Yogyakarta: Graha Ilmu. Soeharto, I. (2001). *Pencegahan dan Penyembuhan Penyakit Jantung Koroner*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.