

ANALISIS NON-PARAMETRIK TERHADAP FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI DETAK JANTUNG MAKSIMUM DI DALAM INDUSTRI KESEHATAN

[NON-PARAMETRIC ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING MAXIMUM HEART RATE IN THE HEALTHCARE SECTOR]

Nicholas Andrew Tanubrata^{1*}, William Samuel Sambow², Jonathan Christian³, Ferry Vincenttius Ferdinand⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Matematika, Universitas Pelita Harapan,
Jl. M.H. Thamrin Boulevard 1100 Lippo Village, Tangerang, Banten

*Korespondensi penulis: andrew.tanubrata08@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze factors that influence maximum heart rate using a non-parametric statistical analysis approach, which is flexible in analyzing data with unknown or non-normal distributions. Factors analyzed include resting electrocardiogram (ECG) examination results, type of chest pain, and blood pressure. Respondents were classified based on these factors to facilitate analysis. Methods used in this study included the Expanded Median Test (K-Sample), Pearson Correlation Test, and Kruskal-Wallis Test, which were chosen because they were appropriate for the type of data and the objectives of the study that involved testing the median between multiple groups. Results showed that ECG and chest pain type significantly influenced maximum heart rate, while blood pressure did not show a significant effect. The main contribution of this study is that it provides an empirical basis for detecting modifiable cardiovascular risk factors, supporting heart attack prevention efforts through early detection, and directing further research for a more comprehensive analysis.

Keywords: *Expanded Median Test (K-Sample); Kruskal-Wallis Test; maximum heart rate factors; non-parametric Analysis; Pearson Correlation Test*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi detak jantung maksimum menggunakan pendekatan analisis statistik non-parametrik, yang fleksibel dalam menganalisis data dengan distribusi yang tidak diketahui atau tidak normal. Faktor yang dianalisis meliputi hasil pemeriksaan elektrokardiogram (EKG) istirahat, tipe nyeri dada, dan tekanan darah. Responden diklasifikasikan ke dalam kelompok risiko berdasarkan faktor-faktor ini untuk memudahkan analisis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini mencakup Perluasan Uji Median (K-Sampel), Uji Korelasi *Pearson*, dan Uji *Kruskal-Wallis*, yang dipilih karena sesuai dengan jenis data dan tujuan penelitian yang melibatkan pengujian median antara beberapa kelompok. Hasil menunjukkan bahwa EKG dan tipe nyeri dada secara signifikan memengaruhi detak jantung maksimum, sedangkan tekanan darah tidak menunjukkan pengaruh signifikan. Kontribusi utama penelitian ini adalah memberikan dasar empiris untuk mendeteksi faktor risiko kardiovaskular yang dapat dimodifikasi, mendukung upaya pencegahan serangan jantung melalui deteksi dini, dan mengarahkan penelitian lanjutan untuk analisis yang lebih komprehensif.

Kata kunci: analisis non-parametrik; faktor detak jantung maksimum; perluasan uji median (K-Sampel); uji korelasi *Pearson*; uji *Kruskal-Wallis*

PENDAHULUAN

Serangan jantung merupakan salah satu masalah kesehatan yang paling serius dan menjadi salah satu penyebab utama kematian mendadak di seluruh dunia (Rahayu *et al.*, 2020). Menurut data *World Health Organization* (WHO), sekitar 17,9 juta kematian per tahun atau sekitar 32% dari total kematian global dan angka ini terus meningkat setiap tahun, terutama di negara-negara berkembang. Gaya hidup modern, konsumsi makanan tinggi lemak dan gula, serta tingginya tingkat stres, berkontribusi pada peningkatan risiko penyakit jantung (Darmawan *et al.*, 2023). Salah satu gejala utama yang berhubungan dengan serangan jantung adalah detak jantung maksimum. Peningkatan detak jantung, khususnya mendekati batas maksimum, dapat menandakan kondisi jantung yang berisiko tinggi. Penelitian menunjukkan bahwa detak jantung yang mencapai batas maksimum, baik akibat aktivitas fisik intens atau kondisi stres, meningkatkan beban kerja jantung dan kebutuhan oksigen pada otot jantung, sehingga berpotensi memicu serangan jantung pada individu yang berisiko. Studi oleh Carmen Teodorescu, MD, PhD *et al.* (2013) menemukan relasi yang signifikan antara detak jantung tinggi dalam keadaan istirahat dan risiko kematian jantung mendadak (SCD), bahkan setelah

penyesuaian untuk disfungsi sistolik ventrikel kiri dan obat pemodulasi detak jantung. Hal ini menyoroti pentingnya detak jantung dijadikan sebagai indikator utama yang penting dalam menilai risiko SCD. Namun, hingga saat ini, belum banyak penelitian yang fokus pada identifikasi faktor-faktor spesifik yang memengaruhi detak jantung maksimum melalui pendekatan kuantitatif, khususnya menggunakan pendekatan statistik non-parametrik. Oleh karena itu, pengetahuan akan faktor-faktor yang memengaruhi risiko serangan jantung sangat penting dalam upaya pencegahan serangan jantung.

Penelitian ini berkontribusi pada bidang analisis kesehatan dengan menggunakan metode analisis non-parametrik untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi detak jantung maksimum, khususnya dalam konteks variabel seperti EKG, tipe nyeri dada, dan tekanan darah. Metode non-parametrik dipilih karena fleksibilitasnya dalam menganalisis data dengan distribusi yang tidak diketahui atau tidak normal, sehingga memberikan pendekatan yang lebih dapat diandalkan dibandingkan metode konvensional seperti uji parametrik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan bagi upaya pencegahan serangan jantung yang lebih baik. Dengan demikian, penelitian ini dapat membantu

meningkatkan diagnosis dini risiko serangan jantung serta memperkuat kebijakan kesehatan berbasis data di sektor kesehatan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan *dataset* berjudul "Heart Disease" yang diambil dari *UC Irvine Machine Learning Repository*. *Dataset* ini mencakup 303 observasi dari responden di Cleveland, Ohio, yang mencatat berbagai faktor risiko kesehatan terkait penyakit jantung, seperti jenis kelamin, tekanan darah, dan indikator kesehatan lainnya (Andras Janosi *et al.*, 2022). Penelitian ini secara khusus memilih 3 variabel utama untuk dianalisis hubungannya dengan detak jantung maksimum. Variabel tersebut meliputi tipe nyeri dada dengan tipe data nominal (1: angina tipikal, 2: angina atipikal, 3: nyeri non-angina, dan 4: tanpa gejala atau asimtomatik); tekanan darah dalam kondisi tenang (dalam mmHg) dengan tipe data rasio; dan hasil pemeriksaan elektrokardiogram (EKG) dalam keadaan istirahat dengan tipe data nominal (0: normal, 1: abnormalitas gelombang ST-T, dan 2: Menunjukkan hipertrofi ventrikel kiri yang mungkin atau pasti berdasarkan kriteria Estes).

Relevansi penggunaan *dataset* ini, walaupun berasal dari Amerika Serikat, penelitian ini tetap dapat diterapkan untuk konteks Indonesia berhubungan prevalensi penyakit jantung yang tinggi di Indonesia. Menurut data dari *World Health Organization* (WHO), penyakit jantung merupakan salah satu penyebab kematian utama di Indonesia (WHO, 2024), yang serupa dengan tendensi penyebab kematian utama di Amerika Serikat (National Center for Health Statistics, 2024). Dengan mengidentifikasi faktor-faktor risiko yang mempengaruhi detak jantung maksimum seperti yang tercatat dalam *dataset* ini, penelitian ini dapat memberikan wawasan berharga yang juga relevan untuk kebijakan kesehatan dan strategi pencegahan penyakit jantung di Indonesia.

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, pendekatan kuantitatif digunakan untuk memperoleh hasil analisis dari data numerik yang diolah melalui berbagai uji statistik. Pendekatan ini secara umum diterapkan dalam analisis inferensial dengan melakukan berbagai uji hipotesis dan interpretasi hasil analisis berdasarkan sampel sebagai representatif dari suatu populasi. Dengan memanfaatkan metode statistika non-parametrik, peneliti menganalisis hubungan antar kelompok atau variabel dan menguji signifikansi hubungan tersebut. Metode analisis yang

digunakan antara lain Uji *Kruskal-Wallis*, Uji Perluasan Median, serta Uji Korelasi *Pearson*.

Uji *Kruskal-Wallis* adalah uji yang menganalisis populasi median dengan membandingkan lebih dari dua sampel yang saling bebas. Jika hasil pengujian tidak signifikan, maka tidak terdapat perbedaan median antar sampel (H_0). Namun, jika hasil pengujiannya signifikan, maka terdapat perbedaan median antar sampel (H_a). Uji signifikansi dilakukan dengan menganalisis nilai kritis pengujian yang dibandingkan dengan tabel distribusi *Chi-Square*. Daerah kritis atau daerah untuk menolak H_0 adalah ketika nilai statistik *Kruskal-Wallis* atau statistik H lebih besar daripada nilai kritis *Chi-Square* dengan derajat kebebasan jumlah sampel dikurangi dengan satu ($\chi^2_{\alpha;df-1}$). Syarat data dari sampel-sampel ini setidaknya berskala ordinal. Perhitungan pengujian ini dimulai dari menggabungkan semua sampel dan mengurutkan nilai-nilai dari kedua sampel berdasarkan peringkat. Nilai statistik H dapat dihitung sebagai berikut:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1),$$

dengan N adalah jumlah dari seluruh sampel, R_i adalah jumlah dari peringkat dari sampel ke- i dan n_i adalah jumlah nilai

dari jumlah peringkat yang sesuai (Gregory W. Corder, 2014).

Uji Perluasan Median digunakan untuk menganalisis apakah lebih dari dua sampel independen tersebut diambil dari populasi yang memiliki median yang sama (H_0) atau berasal dari populasi-populasi dengan median yang berbeda (H_a). Syarat tipe data dari pengujian ini setidaknya berskala ordinal. Uji ini dilakukan dengan membandingkan median dari k -kelompok dengan cara membuat tabel kontingensi yang mencatat observasi dari masing-masing sampel yang berada di bawah atau di atas median, yang nantinya akan diterapkan Uji *Chi-Square K-Independent Test* untuk menganalisis signifikansi antara dua sampel berdasarkan median. Hasil dari pengujian ini dapat memberikan informasi mengenai apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara median sampel yang diuji, dan apakah variabel yang diuji memiliki pengaruh terhadap distribusi median antar kelompok. Jika p -value lebih kecil daripada tingkat signifikansi yang ditentukan (pada umumnya $\alpha = 0,05$), maka hipotesis nol (H_0) ditolak, yang menunjukkan adanya perbedaan median yang signifikan antara kelompok tersebut. Sebaliknya, jika p -value lebih besar dari tingkat signifikansi, maka hipotesis nol tidak dapat ditolak, yang berarti tidak terdapat perbedaan median yang signifikan antara kelompok yang diuji.

Uji Korelasi *Pearson* digunakan untuk mengukur korelasi atau hubungan secara linier antara dua variabel yang berskala kontinu. Koefisien korelasi *Pearson* atau r memiliki rentang nilai antara -1 dan 1. Nilai yang mendekati 1 menunjukkan hubungan positif yang kuat antara kedua variabel; nilai yang berada pada interval 0,4 dan 0,7 menunjukkan hubungan positif yang moderat; nilai yang mendekati 0 menunjukkan hubungan yang lemah atau tidak terdapat hubungan; nilai yang berada pada interval -0,7 dan -0,4 menunjukkan hubungan negatif yang moderat; serta nilai yang mendekati -1 menunjukkan hubungan negatif yang kuat antara kedua variabel. Rumus koefisien korelasi *Pearson* adalah:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

dengan \bar{x} adalah rata-rata untuk nilai dari variabel pertama dan \bar{y} adalah rata-rata untuk nilai dari variabel kedua.

Uji Korelasi *Pearson* menggunakan tingkat signifikansi α untuk menilai signifikansi hubungan. Jika p -value dari uji ini lebih kecil daripada α , maka koefisien korelasi *Pearson* signifikan untuk menentukan kekuatan hubungan tersebut ($H_a: \rho \neq 0$), sedangkan jika p -value dari uji ini lebih besar daripada α , maka koefisien korelasi *Pearson* tidak signifikan untuk menentukan

kekuatan hubungan tersebut ($H_0: \rho=0$) (Sheskin, 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan antara hasil pemeriksaan elektrokardiogram (EKG) dalam keadaan istirahat dengan detak jantung maksimum melalui Uji *Kruskal-Wallis*

Total N	303
Kruskal-Wallis	
H	9,147
df	2
Asymptotic Sig (2-sided test)	0,010

Tabel 1. Hasil SPSS Pengujian *Kruskal-Wallis*

H_0 : Tidak terdapat perbedaan secara signifikan antara median detak jantung maksimum dari setiap kelompok sampel, sehingga semua kelompok berdasarkan hasil pemeriksaan elektrokardiografi dalam kondisi istirahat berasal dari distribusi yang sama.

H_a : Terdapat perbedaan secara signifikan antara median detak jantung maksimum dari setiap kelompok sampel, sehingga semua kelompok berdasarkan hasil pemeriksaan elektrokardiografi dalam kondisi istirahat berasal dari distribusi yang berbeda.

α : Taraf signifikansi atau peluang H_0 benar tetapi ditolak yaitu 5%.

$\chi^2_{\alpha;2}$: Nilai kritis dari pengujian diatas dengan derajat kebebasan 2 menyerupai distribusi *Chi-Square*, yaitu sekitar 5,991 sehingga H_0 akan ditolak jika nilai statistik uji lebih besar daripada 5,991.

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh *p-value* sebesar 1%, yang lebih kecil daripada taraf signifikansi 5%. Hal ini menunjukkan adanya bukti yang kuat untuk menolak hipotesis nol (H_0). Sebagai tambahan, nilai statistik *Kruskal-Wallis* sebesar 9,147 melebihi nilai kritis $\chi^2_{\alpha;2}$, yang menunjukkan sbahwa nilai statistik tersebut berada di dalam daerah penolakan H_0 . Hal ini mengindikasikan bahwa karakteristik hasil EKG, seperti mengalami abnormalitas dalam interval ST-T dan hipertrofi ventrikel kiri, cenderung Berhubungan dengan bagaimana detak jantung mencapai nilai maksimum. Hasil pengujian ini selaras dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Habal, Marlana V. *et al.* pada tahun 2018, yang menemukan perbedaan signifikan pada hasil monitor pada elektrokardiografi dalam keadaan istirahat dan hasil dari pemeriksaan detak jantung pada pemantauan defibrilator implan jangka panjang (Marlana V. Habal *et al.*, 2018).

Dengan demikian, terdapat bukti yang kuat bahwa terdapat perbedaan signifikan antara detak jantung maksimum dari setiap

kelompok sampel, sehingga setiap kelompok berdasarkan hasil pemeriksaan elektrokardiografi dalam kondisi istirahat berasal dari distribusi yang berbeda.

Hubungan antara tipe nyeri dada dengan detak jantung maksimum melalui Uji Perluasan Median

		cp			
		0	1	2	3
thalachh	> Median	13	38	50	48
	<= Median	10	12	36	96

Tabel 2. Frekuensi Data Tipe Nyeri Dada berdasarkan Median Detak Jantung Maksimum

Test Statistics	
N	303
Median	153,00
Chi-Square	32,117
df	3
Asymp Sig	<0,001

Tabel 3. Hasil SPSS Pengujian Perluasan Median

H_0 : Tidak terdapat perbedaan secara signifikan dalam median dari detak jantung maksimum antara kelompok pasien berdasarkan tipe nyeri dada.

H_a : Terdapat perbedaan secara signifikan dalam median dari detak jantung maksimum antara kelompok pasien berdasarkan tipe nyeri dada.

α : Taraf signifikansi atau peluang H_0 benar tetapi ditolak yaitu 5%.

$\chi^2_{\alpha,3}$: Nilai kritis dari pengujian diatas dengan derajat kebebasan 3 adalah 7,815, sehingga H_0 akan ditolak jika nilai statistik uji lebih besar daripada 7,815.

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh *p-value* kurang dari 0,001, yang lebih kecil daripada taraf signifikansi 5%. Hal ini menunjukkan adanya bukti yang kuat untuk menolak hipotesis nol (H_0). Selain itu, nilai statistik dari Uji Perluasan Median sebesar 32,117 lebih besar daripada nilai kritis $\chi^2_{\alpha,3}$, yang menunjukkan bahwa nilai statistik tersebut berada di dalam daerah penolakan H_0 . Hal ini mengindikasikan bahwa pasien dengan jenis nyeri dada yang berbeda memiliki pengaruh signifikan terhadap detak jantung maksimum. Hasil ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ayerbe, Luis, *et al.* pada tahun 2016, yang menemukan bahwa pasien dengan nyeri dada berisiko tinggi mengalami penyakit arteri koroner (CAD) (Luis Ayerbe *et al.*, 2016). Studi lain yang dilakukan oleh Philippe Gabriel Steg mendukung bahwa detak jantung saat istirahat yang tinggi pada pasien CAD berhubungan erat dengan peningkatan risiko kejadian kardiovaskular yang lebih buruk, termasuk risiko serangan jantung (Philippe Gabriel Steg, 2009). Detak jantung maksimum cenderung lebih tinggi pada pasien dengan tipe nyeri dada

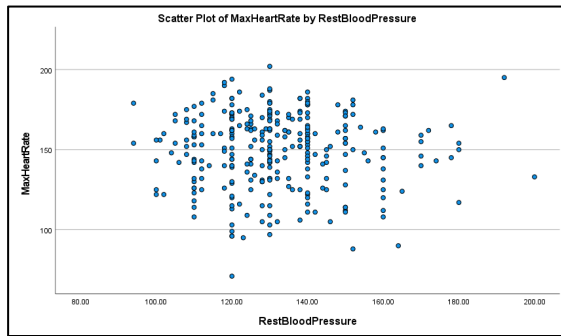
yang lebih serius, yang berhubungan dengan CAD, karena mengalami peningkatan beban kerja jantung akibat pembatasan aliran darah oleh penyempitan arteri koroner.

Dengan demikian, hasil Uji Perluasan Median memberikan bukti yang kuat bahwa terdapat perbedaan secara signifikan dalam median detak jantung maksimum antara kelompok pasien berdasarkan tipe nyeri dada yang berbeda.

Korelasi antara tekanan darah ketika dalam kondisi tenang dengan detak jantung maksimum melalui Uji Korelasi Pearson

		trhbps	thalachh
trtbps	<i>Pearson Correlation</i>	1	-0,045
	Sig. (2-tailed)		0,432
	N	303	303
thalac hh	<i>Pearson Correlation</i>	-0,045	1
	Sig.(2-tailed)	0,432	
	N	303	303

Tabel 4. Hasil SPSS dari Pengujian Korelasi Pearson



Gambar 1. Hasil Visualisasi Korelasi Tekanan Darah dan Detak Jantung Maksimum

Keterangan: Tekanan darah (mm Hg) dalam kondisi istirahat tidak berkorelasi secara signifikan dengan detak jantung maksimum. Selain itu, titik data yang dikelompokkan berdasarkan status serangan jantung (0 = tidak terkena, 1 = terkena) tidak menunjukkan pola distribusi yang jelas, mengindikasikan bahwa status serangan jantung juga tidak memengaruhi hubungan ini.

H_0 : Tidak terdapat korelasi antara tekanan darah dengan detak jantung maksimum ($\rho=0$).

H_a : Terdapat korelasi antara tekanan darah dengan detak jantung maksimum ($\rho \neq 0$).

α : Taraf signifikansi atau peluang H_0 benar tetapi ditolak yaitu 5%.

Berdasarkan hasil, *p-value* yang diperoleh adalah 0,432, yang lebih dari daripada 5%. Hal ini menunjukkan belum ada bukti yang kuat untuk menolak hipotesis nol (H_0), dalam arti tidak ditemukan adanya korelasi yang signifikan

antara tekanan darah dalam kondisi tenang dan detak jantung maksimum berdasarkan hasil Uji Korelasi *Pearson*. Hasil ini selaras dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Scott, Reule, *et al.*, yang menunjukkan bahwa meskipun terdapat korelasi positif antara detak jantung dan tekanan darah perifer, hubungan antara detak jantung dan tekanan darah sentral terbalik. Oleh karena itu, dalam konteks hipertensi, yaitu kondisi tekanan darah tinggi, detak jantung tidak dapat dijadikan sebagai pertimbangan utama dalam pemilihan obat (Scott Reule *et al.*, 2012).

Dengan demikian, tidak terdapat bukti yang kuat untuk membuktikan bahwa terdapat korelasi antara tekanan darah dengan detak jantung maksimum ($\rho=0$).

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, telah dilakukan analisis untuk mengevaluasi faktor-faktor yang memengaruhi detak jantung maksimum di dalam industri kesehatan menggunakan berbagai uji statistik. Hasil analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa Uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan hubungan signifikan antara hasil pemeriksaan elektrokardiogram (EKG) dan detak jantung maksimum serta Uji Perluasan Median menemukan hubungan signifikan antara tipe nyeri dada

dan detak jantung maksimum. Namun, Uji Korelasi *Pearson* tidak menunjukkan adanya korelasi antara tekanan darah dengan detak jantung maksimum. Dengan demikian, penelitian ini memperkuat pentingnya hasil pemeriksaan elektrokardiogram dan evaluasi tipe nyeri dada sebagai indikator atau faktor yang memengaruhi detak jantung maksimum, sehingga dapat digunakan sebagai indikator dalam pengelolaan risiko kardiovaskular.

Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu tidak mempertimbangkan beberapa faktor lain yang berpotensi memengaruhi detak jantung maksimum, seperti usia, berat badan, dan tingkat aktivitas fisik. Meskipun demikian, hasil yang diperoleh tetap memberikan kontribusi yang berarti dalam memahami faktor-faktor utama yang memengaruhi detak jantung maksimum, khususnya terkait variabel EKG, tipe nyeri dada, dan tekanan darah. Temuan ini juga dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan yang lebih komprehensif dengan mempertimbangkan faktor-faktor tambahan tersebut.

SARAN

Penelitian ini dapat diperluas dengan mengidentifikasi faktor-faktor lain yang berpotensi dalam memengaruhi detak jantung maksimum, seperti aktivitas

fisik, faktor genetik, dan kolesterol. Selain itu, dengan mengimplementasikan analisis multivariat dapat juga memberikan wawasan yang lebih mendalam untuk mempelajari peran setiap variabel terhadap detak jantung maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayerbe, L., González, E., Gallo, V., Coleman, C. L., Wragg, A., & Robson, J. (2016). Clinical assessment of patients with chest pain: A systematic review of predictive tools. *BMC Cardiovascular Disorders*, *16*(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s12872-016-0196-4>
- Darmawan, Z. M. E., & Dianta, A. F. (2023). Implementasi optimasi hyperparameter GridSearchCV pada sistem prediksi serangan jantung menggunakan SVM. *Teknologi: Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, *13*(1), 8-15. <https://doi.org/10.26594/teknologi.v13i1.3098>
- Habal, M. V., Nanthakumar, K., Austin, P. C., Freitas, C., Labos, C., & Lee, D. S. (2018). Heart rate in patients with reduced ejection fraction: Relationship between single time point measurement and mean heart rate on prolonged implantable cardioverter defibrillator monitoring. *BMC Cardiovascular Disorders*, *18*(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s12872-018-0751-2>
- Handayani, R. S., & Raharjo, B. (2020). Penerapan uji Chi-Square dalam analisis hubungan karakteristik sosial ekonomi dengan tingkat

- pendidikan masyarakat. *Jurnal Statistika*, 12(1), 56-67. <https://doi.org/10.1234/statistika.2020.120106>
- Janosi, A., Steinbrunn, W., Pfisterer, M., & Detrano, R. (1989). *Heart disease* [Dataset]. UCI Machine Learning Repository. <https://doi.org/10.24432/C52P4X>
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2007). *Applied multivariate statistical analysis* (6th ed.). Pearson Prentice Hall.
- National Center for Health Statistics. (2024). Heart disease facts. Centers for Disease Control and Prevention. Retrieved from <https://www.cdc.gov/heart-disease/data-research/facts-stats/index.html>
- Rahayu, S., Subekhi, A., Astuti, D., Widaningsih, I., Sartika, I., Nurhayani, N., & Rafidah, R. (2020). Upaya mewaspadaai serangan jantung melalui pendidikan kesehatan. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 4(2), 163-171. <https://doi.org/10.31764/jmm.v4i2.1940>
- Reule, S., & Drawz, P. E. (2012). Heart rate and blood pressure: Any possible implications for management of hypertension? *Current Hypertension Reports*, 14(6), 478-484. <https://doi.org/10.1007/s11906-012-0306-3>
- Scheff, S. W. (2016). Nonparametric statistics. In *Fundamental statistical principles for the neurobiologist* (pp. 157–182). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804753-8.00008-7>
- Sheskin, D. J. (2011). *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures* (5th ed.). Chapman & Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9780429186196>
- Steg, P. G. (2009). Heart rate management in coronary artery disease: The CLARIFY registry. *European Heart Journal Supplements*, 11(suppl_D), D13–D18. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/sup017>
- Teodorescu, C., Reinier, K., Uy-Evanado, A., Gunson, K., Jui, J., & Chugh, S. S. (2013). Resting heart rate and risk of sudden cardiac death in the general population: Influence of left ventricular systolic dysfunction and heart rate-modulating drugs. *Heart Rhythm*, 10(8), 1153–1158. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2013.05.009>
- World Health Organization. (2024). Indonesia. World Health Organization. Retrieved from <https://data.who.int/countries/360>