

Analisis Regresi *Cox Proportional hazard* untuk Memodelkan Risiko Serangan Jantung di Indonesia

Mahfuz Hudori¹, Reni Permata Sari², dan Siti Qomariyah³

^{1,2,3} Program Studi Statistika, Universitas Nahdlatul Ulama Lampung
e-mail: mahfuzhudori@unulampung.ac.id

Abstrak

Pemodelan risiko serangan jantung memerlukan pendekatan statistik yang mampu mengakomodasi data waktu kejadian dan data tersensor secara tepat. Penelitian ini bertujuan membangun model regresi Cox Proportional Hazard untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi risiko serangan jantung di Indonesia. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis survival terhadap data sekunder Heart Attack Prediction in Indonesia yang diperoleh dari Kaggle. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak R-Studio melalui pemodelan regresi Cox Proportional Hazard, pengujian signifikansi parameter, pengujian asumsi proportional hazard, dan seleksi variabel menggunakan metode *forward*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa riwayat hipertensi, riwayat diabetes, obesitas, dan status merokok berpengaruh signifikan terhadap risiko serangan jantung, sedangkan jenis kelamin, tempat tinggal, dan riwayat keluarga tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan. Model yang dihasilkan memenuhi asumsi proportional hazard sehingga memberikan estimasi risiko yang andal dan dapat dimanfaatkan sebagai dasar identifikasi faktor risiko serta pengambilan keputusan dalam upaya pencegahan serangan jantung di Indonesia.

Kata Kunci: Analisis Survival, Regresi Cox Proportional Hazard, Serangan Jantung, Hazard Ratio

Abstract

Modeling the risk of heart attack requires a statistical approach capable of appropriately handling time-to-event and censored data. This study aimed to develop a Cox Proportional Hazards regression model to identify factors associated with the risk of heart attack in Indonesia. A quantitative research design with survival analysis was employed using the Heart Attack Prediction in Indonesia secondary dataset obtained from Kaggle. Data were analyzed in R-Studio through Cox Proportional Hazards regression, parameter significance testing, proportional hazards assumption testing, and forward variable selection. The results revealed that a history of hypertension, diabetes, obesity, and smoking status were significant predictors of heart attack risk, whereas sex, place of residence, and family history of heart attack were not significantly associated with the event. The final model satisfied the

proportional hazards assumption, indicating its suitability for estimating heart attack risk. These findings provide valuable evidence for identifying major risk factors and support data-driven decision-making in heart attack prevention strategies in Indonesia.

Keywords: *Cox Proportional Hazards Regression, Survival Analysis, Heart Attack, Hazard Ratio*

LATAR BELAKANG

Penyakit kardiovaskular, khususnya serangan jantung dan gagal jantung, masih menjadi penyebab utama kematian di berbagai negara, termasuk Indonesia. Kondisi ini menunjukkan bahwa penyakit kardiovaskular masih menjadi tantangan besar dalam bidang kesehatan. Salah satu kondisi yang memerlukan penanganan segera adalah henti jantung yang terjadi di luar rumah sakit (*out of hospital cardiac arrest*). Pada kondisi tersebut, setiap keterlambatan dalam pemberian pertolongan dapat menurunkan peluang responden untuk bertahan hidup sebesar 7–10% setiap menit (Purwadi & Fatriadi, 2023). Penyakit jantung dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti meningkatnya usia, perubahan gaya hidup, serta ketersediaan layanan dan fasilitas kesehatan. Faktor-faktor tersebut berkontribusi terhadap meningkatnya kasus penyakit jantung dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, penerapan upaya pencegahan dan pengobatan yang didasarkan pada bukti ilmiah menjadi sangat penting untuk menekan peningkatan kasus penyakit ini. Selain itu, diperlukan pendekatan ilmiah yang berorientasi pada dampak nyata agar strategi pencegahan dan penanganan yang diterapkan dapat lebih tepat sasaran dan efektif (Tee & Daud, 2025).

Penilaian terhadap probabilitas kelangsungan hidup responden memerlukan pemahaman yang menyeluruh mengenai informasi yang tercantum dalam rekam medis klinis. Sejumlah kondisi fisiologis dan komorbiditas terbukti berasosiasi kuat dengan peningkatan risiko kematian pada responden yang menderita penyakit kardiovaskular. Fraksi ejeksi (*ejection fraction*) yang rendah, gangguan pada enzim jantung, serta penyakit penyerta seperti anemia dan hipertensi merupakan faktor yang berpotensi memperburuk kondisi klinis sekaligus meningkatkan risiko mortalitas. Dengan demikian, berbagai faktor tersebut secara luas dimanfaatkan sebagai prediktor dalam mengestimasi peluang kelangsungan hidup responden (Irma & Izza, 2024). Selain itu, pada responden penyakit jantung koroner, karakteristik demografis seperti usia lanjut dan kebiasaan merokok, bersama gangguan metabolik berupa obesitas, diketahui berkontribusi secara signifikan terhadap perlambatan proses pemulihan responden (Cahyani & Rakhmawati, 2024).

Eksplorasi berbagai pendekatan metodologis untuk memprediksi kelangsungan hidup responden telah berkembang melalui penerapan beragam metode statistika dan komputasi. Dalam konteks tersebut, pendekatan machine learning, terutama algoritma Random Forest yang dioptimalkan melalui hyperparameter tuning seperti Grid Search, terbukti mampu memberikan tingkat akurasi yang tinggi dalam mengklasifikasikan status keselamatan responden ke dalam dua kategori (Sitanggang & Sitompul, 2024). Temuan serupa juga ditunjukkan oleh penerapan algoritma ensemble pada data mining, yang efektif dalam mengenali pola kelangsungan hidup responden dengan performa evaluasi yang sangat baik

(Irma & Izza, 2024). Sementara itu, pada pemodelan waktu hingga terjadinya suatu kejadian (*time to event*), model parametrik berupa regresi Weibull telah dimanfaatkan untuk mengestimasi laju kesembuhan responden kardiovaskular dengan asumsi bahwa waktu dasar (*baseline time*) mengikuti distribusi probabilitas tertentu (Cahyani & Rakhmawati, 2024).

Meskipun pendekatan klasifikasi biner berbasis machine learning mampu menghasilkan akurasi prediksi yang tinggi, metode tersebut memiliki keterbatasan konseptual dalam analisis *time to event*. Secara umum, algoritma klasifikasi tidak dikembangkan untuk memodelkan waktu hingga suatu peristiwa terjadi serta kurang memadai dalam mengakomodasi keberadaan data tersensor (*censored data*), yaitu kondisi ketika subjek penelitian belum mengalami kejadian hingga akhir periode pengamatan. Sebaliknya, model survival parametrik mengharuskan terpenuhinya asumsi distribusi data yang bersifat ketat, padahal karakteristik data klinis pada praktik nyata umumnya sangat heterogen dan kompleks (Sianturi et al., 2025). Kondisi tersebut menunjukkan kebutuhan akan model regresi survival yang bersifat robust, tidak bergantung secara ketat pada asumsi distribusi waktu dasar, namun tetap mampu mengestimasi rasio bahaya (*hazard ratio*) secara akurat (Kleinbaum & Klein, 2011). Regresi Cox *Proportional hazards* merupakan model survival semi-parametrik yang dikembangkan dan telah terbukti memiliki kemampuan yang baik dalam mengakomodasi data tersensor serta menghasilkan estimasi parameter yang relatif sebanding dengan model survival parametrik tanpa mensyaratkan bentuk distribusi tertentu (Hudori, 2021). Namun demikian, penerapan metode tersebut untuk membangun model multivariat risiko serangan jantung berdasarkan karakteristik demografi kesehatan di Indonesia masih belum dieksplorasi secara komprehensif.

Sebagai upaya mengatasi kesenjangan tersebut, penelitian ini menerapkan regresi Cox *Proportional hazards* sebagai pendekatan semiparametrik untuk memodelkan risiko serangan jantung di Indonesia yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh berbagai faktor klinis dan karakteristik responden terhadap waktu terjadinya serangan jantung serta mengidentifikasi faktor-faktor yang berhubungan secara signifikan dengan risiko kejadian tersebut.

METODE

Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari dataset *Heart Attack Prediction in Indonesia* yang tersedia pada platform Kaggle. Dataset tersebut memuat informasi rekam medis historis responden yang diamati dari tahun 2018 sampai tahun 2024 hingga mengalami serangan jantung sebagai *event* atau dikategorikan sebagai data tersensor apabila tidak mengalami serangan jantung sampai akhir masa observasi.

Variabel penelitian dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu variabel respon dan variabel bebas. Variabel respon penelitian ini adalah waktu ketahanan (*survival time*), yaitu lamanya waktu sejak awal pengamatan klinis hingga terjadinya serangan jantung. Data dikodekan sebagai 0 untuk data tersensor dan 1 untuk responden yang mengalami serangan jantung. Variabel bebas yang digunakan meliputi (Tabel 1):

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Kategori
X ₁	Jenis Kelamin	1 = Laki-laki 2 = Perempuan
X ₂	Tempat Tinggal	1 = Kota 2 = Desa
X ₃	Riwayat Hipertensi	1 = Ya 2 = Tidak
X ₄	Riwayat Diabetes	1 = Ya 2 = Tidak
X ₅	Obesitas	1 = Ya 2 = Tidak
X ₆	Riwayat Keluarga Terkena Serangan Jantung	1 = Ya 2 = Tidak
X ₇	Riwayat Merokok	1 = Tidak Merokok 2 = Pernah Merokok 3 = Merokok

Tahapan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik R-Studio melalui tahapan berikut:

1. Pemodelan Regresi Cox *Proportional hazard*

Model Regresi Cox *Proportional hazard* dinyatakan sebagai berikut (Klein et al., 2014):

$$h(t) = h_0(t) \exp \left(\sum_{i=1}^r \beta_i X_i \right)$$

dengan:

t : waktu pengamatan hingga terjadinya serangan jantung

$h_0(t)$: fungsi baseline hazard

β_i : koefisien regresi;

X_i : variabel bebas ke-i.

2. Pengujian Parameter Model

Pengujian signifikansi parameter model melalui dua tahapan (Damayanti et al., 2024), yaitu:

- Uji Serentak (Simultan) menggunakan Likelihood Ratio Test untuk mengetahui apakah sekurang-kurangnya terdapat satu variabel bebas yang berpengaruh signifikan terhadap model.
- Uji Parsial menggunakan Wald Test untuk menguji signifikansi masing-masing

koefisien regresi pada taraf signifikansi 5%.

3. Pengujian Asumsi *Proportional hazard*

Model Cox mengasumsikan bahwa rasio hazard antar individu bersifat konstan sepanjang periode pengamatan (*proportional hazard assumption*). Suatu variabel bebas dinyatakan memenuhi asumsi *proportional hazard* apabila diperoleh $p\text{-value} > \alpha$ (Muller, 2004).

4. Seleksi Variabel Bebas

Pemilihan model terbaik dilakukan menggunakan metode *Forward Selection*, yaitu dengan memasukkan variabel bebas secara bertahap berdasarkan kontribusinya terhadap model hingga diperoleh kombinasi variabel yang paling optimal. Selanjutnya, besarnya pengaruh masing-masing variabel bebas diinterpretasikan menggunakan nilai Hazard Ratio ($HR = e^{\beta}$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistika Deskriptif Data

Penelitian ini melibatkan 2.000 responden sebagai objek pengamatan. Berdasarkan data yang diperoleh, sebanyak 1.197 observasi (59,85%) merupakan data tersensor, sedangkan 803 observasi (40,15%) termasuk data tidak tersensor. Berdasarkan karakteristik jenis kelamin, responden terdiri atas 959 perempuan (48%) dan 1.041 laki-laki (52%). Ditinjau dari wilayah tempat tinggal, sebanyak 707 responden (35%) berdomisili di wilayah perdesaan, sementara 1.293 responden (65%) tinggal di wilayah perkotaan. Selanjutnya, berdasarkan riwayat hipertensi, sebanyak 574 responden (29%) memiliki riwayat hipertensi, sedangkan 1.426 responden (71%) tidak memiliki riwayat tersebut. Pada karakteristik riwayat diabetes, tercatat 379 responden (19%) memiliki riwayat diabetes dan 1.621 responden (81%) tidak memiliki riwayat diabetes. Berdasarkan status obesitas, sebanyak 509 responden (26%) tergolong obesitas, sementara 1.491 responden (74%) tidak mengalami obesitas. Adapun berdasarkan riwayat keluarga, sebanyak 609 responden (31%) memiliki anggota keluarga yang pernah mengalami serangan jantung, sedangkan 1.391 responden (69%) tidak memiliki riwayat serangan jantung dalam keluarganya. Hingga tahun 2025, distribusi responden berdasarkan kebiasaan merokok menunjukkan bahwa sebanyak 489 responden (24%) merupakan perokok aktif, 995 responden (50%) tidak merokok, dan 516 responden (26%) merupakan mantan perokok.

Analisis Regresi Cox Proportional Hazard

Hasil analisis regresi cox proportional hazard menggunakan R-Studio menghasilkan luaran sebagai berikut (Tabel 1):

Tabel 1. Hasil analisis regresi cox *proportional hazard*

Variabel	B	SE	Wald	df	<i>p-value</i>	Exp(B)
X ₁₍₁₎	0.007	0.071	0.102	1	0.919	1.007
X ₂₍₁₎	0.016	0.075	0.210	1	0.834	1.016
X ₃₍₁₎	0.599	0.072	8.374	1	0.000	1.820
X ₄₍₁₎	0.615	0.078	7.872	1	0.000	1.850
X ₅₍₁₎	0.316	0.076	4.161	1	0.000	1.371
X ₆₍₁₎	-0.087	0.078	-1.112	1	0.000	0.917
X ₇			18.049	2	0.000	
X ₇₍₁₎	-0.327	0.083	-3.964	1	0.000	0.720
X ₇₍₂₎	-0.322	0.096	-3.343	1	0.876	0.725

-2 Log Likelihood = 10246.692, derajat bebas (db) = 8, Chi-square (χ^2) = 167.095, *p-value* = 0.000

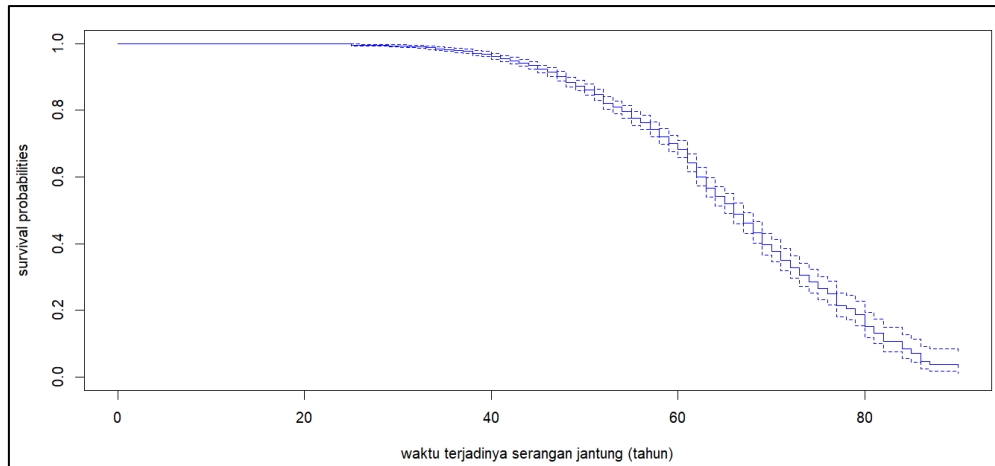
Berdasarkan hasil analisis regresi Cox proportional hazard (Tabel 1), diketahui nilai -2 Log Likelihood sebesar 10246,692 dengan nilai statistik χ^2 sebesar 167,095 dan derajat bebas (db) sebanyak 8. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai $\chi^2 = 167,095$ lebih besar daripada $\chi^2_{(db=8)} = 15,51$, disertai *p-value* sebesar 0,000 yang lebih kecil daripada $\alpha = 5\%$. Dengan demikian, secara simultan dapat disimpulkan bahwa terdapat paling sedikit satu variabel bebas dalam model yang berpengaruh signifikan terhadap ketahanan responden di Indonesia terhadap kejadian serangan jantung.

Selanjutnya, pengujian secara parsial dilakukan menggunakan uji Wald (Tabel 1) pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$. Hasil analisis menunjukkan bahwa *p-value* untuk Variabel X₁₍₁₎ (Jenis Kelamin) sebesar 0,919, X₂₍₁₎ (Tempat Tinggal) sebesar 0,834, X₃₍₁₎ (Riwayat Hipertensi) sebesar 0,000, X₄₍₁₎ (Riwayat Diabetes) sebesar 0,000, X₅₍₁₎ (Obesitas) sebesar 0,000, X₆₍₁₎ (Riwayat Keluarga Terkena Serangan Jantung) sebesar 0,266, dan X₇ (Status Merokok) sebesar 0,000.

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, variabel yang memiliki *p-value* lebih kecil daripada $\alpha = 5\%$, yaitu X₃₍₁₎ (Riwayat Hipertensi), X₄₍₁₎ (Riwayat Diabetes), X₅₍₁₎ (Obesitas), dan X₇ (Status Merokok) dinyatakan berpengaruh signifikan terhadap ketahanan responden di Indonesia terhadap kejadian serangan jantung. Sebaliknya, Variabel X₁₍₁₎ (Jenis Kelamin), X₂₍₁₎ (Tempat Tinggal), dan X₆₍₁₎ (Riwayat Keluarga Terkena Serangan Jantung) memiliki *p-value* yang lebih besar daripada $\alpha = 5\%$, sehingga tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap ketahanan responden di Indonesia terhadap kejadian serangan jantung.

Fungsi Survival

Besarnya peluang untuk terkena serangan jantung untuk responden dapat diketahui melalui grafik fungsi survival berikut ini (Gambar 1):



Gambar 1. Fungsi *survival* waktu responden terkena serangan jantung

Berdasarkan grafik tersebut, probabilitas bertahan tanpa mengalami serangan jantung cenderung menurun secara nyata pada rentang usia 30–60 tahun, yang mengindikasikan tingginya peluang terjadinya serangan jantung pada kelompok usia tersebut. Sebaliknya, setelah responden berusia lebih dari 65 tahun, peluang mengalami serangan jantung menunjukkan kecenderungan yang semakin rendah.

Asumsi Proportional Hazard

Variabel bebas yang digunakan dalam model regresi *cox proportional hazard* harus memenuhi asumsi *proportional hazard*. Hasil pengujian asumsi *proportional hazard* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Variabel	Chi-square (χ^2)	df	P-value
$X_{1(1)}$	0.0187	1	0.891
$X_{2(1)}$	0.0043	1	0.948
$X_{3(1)}$	4.3301	1	0.037
$X_{4(1)}$	0.0707	1	0.79
$X_{5(1)}$	3.9213	1	0.048
$X_{6(1)}$	0.0942	1	0.759
X_7	2.0214	2	0.364
GLOBAL	8.5705	8	0.380

Seluruh variabel bebas yang digunakan dalam analisis survival harus memenuhi asumsi proportional hazard sebelum dimasukkan ke dalam pemodelan. Berdasarkan hasil pengujian asumsi proportional hazard yang disajikan pada Tabel 2, diperoleh nilai statistik uji χ^2 GLOBAL sebesar 8.5705 dengan derajat bebas (db) = 8. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai $\chi^2 = 8.5705 < \chi^2_{db=8} = 15,51$, serta memiliki *p-value* sebesar 0.380 yang lebih besar daripada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa seluruh variabel bebas telah memenuhi asumsi proportional hazard, sehingga layak digunakan dalam pembentukan model analisis survival.

Pemilihan Variabel Bebas Model Regresi Cox *Proportional Hazard*

Selanjutnya dilakukan pemilihan variabel bebas menggunakan metode *forward* untuk menghasilkan variabel bebas yang secara nyata memberikan pengaruh terhadap Variabel respon. Hasil pemilihan variabel bebas tersebut yang dapat dilihat di bawah ini (Tabel 3):

Tabel 3. Hasil seleksi variabel regresi <i>cox proportional hazard</i>						
Variabel	B	SE	Wald	df	<i>p-value</i>	Exp(B)
X ₃₍₁₎	0.597	0.072	8.349	1	0.000	1.820
X ₄₍₁₎	0.612	0.078	7.869	1	0.000	1.850
X ₅₍₁₎	0.313	0.076	4.132	1	0.000	1.371
X ₇			17.893	2	0.000	
X ₇	-0.327	0.083	-3.945	1	0.000	0.720
X ₇₍₁₎	-0.322	0.096	-3.331	1	0.001	0.725

Berdasarkan hasil seleksi variabel bebas menggunakan metode *forward* (Tabel 3), diperoleh sejumlah variabel independen yang terbukti berpengaruh signifikan terhadap ketahanan responden terhadap kejadian serangan jantung di Indonesia dalam model regresi Cox proportional hazard. Dengan demikian, persamaan model regresi Cox proportional hazard yang dihasilkan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$h(t) = h_0(t) \exp [0.597X_{3(1)} + 0.612X_{4(1)} + 0.313X_{5(1)} - 0.327X_{7(1)} - 0.322X_{7(2)}]$$

Variabel X₃₍₁₎ (Riwayat Hipertensi) memiliki koefisien regresi sebesar 0,597. Koefisien yang bernilai positif tersebut menunjukkan bahwa responden di Indonesia yang memiliki riwayat hipertensi cenderung lebih tinggi menghadapi risiko serangan jantung dibandingkan responden tanpa riwayat hipertensi. Sehingga responden dengan riwayat hipertensi memiliki risiko mengalami serangan jantung sebesar 1,820 kali dibandingkan responden yang tidak memiliki riwayat hipertensi.

Variabel X₄₍₁₎ (Riwayat Diabetes) memiliki koefisien regresi sebesar 0,612. Nilai koefisien positif ini mengindikasikan bahwa responden yang memiliki riwayat diabetes mempunyai

risiko mengalami serangan jantung sebesar 1,845 kali dibandingkan responden yang tidak memiliki riwayat diabetes.

Variabel $X_{5(1)}$ (Obesitas) memiliki koefisien regresi sebesar 0,313. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa responden dengan kondisi obesitas memiliki risiko mengalami serangan jantung sebesar 1,367 kali dibandingkan responden yang tidak mengalami obesitas.

Variabel $X_{7(1)}$ (Tidak Merokok) dan $X_{7(2)}$ (Pernah Merokok) masing-masing memiliki koefisien regresi sebesar -0,327 dan -0,322. Koefisien yang bernilai negatif menunjukkan bahwa kedua kelompok tersebut memiliki risiko serangan jantung yang lebih rendah dibandingkan responden yang masih merokok. Dengan kata lain, responden yang tidak merokok memiliki risiko mengalami serangan jantung sebesar 0,721 kali lebih rendah dibandingkan responden yang merokok, sedangkan responden yang pernah merokok memiliki risiko sebesar 0,726 kali lebih rendah dibandingkan responden yang masih merokok.

SIMPULAN

Hasil analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa variabel yang mempengaruhi ketahanan responden dari terkena serangan jantung di Indonesia adalah $X_{3(1)}$ (Riwayat Hipertensi), $X_{4(1)}$ (Riwayat Diabetes), $X_{5(1)}$ (Obesitas) dan X_7 (Status Merokok). Proses seleksi variabel menggunakan metode *forward* menghasilkan model regresi *cox proportional hazard* adalah sebagai berikut:

$$h(t) = h_0(t) \exp [0.597X_{3(1)} + 0.612X_{4(1)} + 0.313X_{5(1)} - 0.327X_{7(1)} - 0.322X_{7(2)}]$$

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Universitas Nahdlatul Ulama Lampung atas dukungan melalui hibah penelitian internal yang diberikan berdasarkan Surat Keputusan Nomor 115/UNU/A.05.12/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyani, W. W., & Rakhmawati, F. (2024). Analisis Survival Menggunakan Regresi Weibull Pada Laju Kesembuhan Pasien Jantung Koroner. *Sains Dan Matematika*, 9(2), 39–45. <https://doi.org/10.26740/Sainsmat.V9n2.P39-45>
- Damayanti, S., Wuryandari, T., Sudarno, S., Statistika, D., Sains, F., & Matematika, D. (2024). Perbandingan Analisis Survival Menggunakan Regresi Cox Proportional Hazard Dan Regresi Weibull Pada Pasien Covid-19 Di Rsud Taman Husada Bontang. *Jurnal Gaussian*, 12(3), 453–464. <https://doi.org/10.14710/J.Gauss.12.3.453-464>
- Hudori, M. (2021). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Daya Tahan Mahasiswa Teknik Sipil Uib Dalam Mempertahankan Studinya. *E-Jurnal Matematika*, 10(1), 1–5. <https://doi.org/10.24843/Mtk.2021.V10.I01.P312>
- Imran, F., Susetyo, B., & Wigena, A. H. (2013). Identifikasi Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Mahasiswa Putus Kuliah Di Ipb Angkatan 2008 Menggunakan Analisis

- Survival. *Xplore: Journal Of Statistics*, 1(2), 2–7.
<https://doi.org/10.29244/Xplore.V1i2.12404>
- Irma, A., & Izza, N. C. (2024). Medical Record Analysis To Predict Heart Failure Patient Survival Using Data Mining. *Jurnal Manajemen Informasi Kesehatan (Health Information Management)*, 9(1), 10–21. <https://doi.org/10.51851/Jmis.V9i1.468>
- Klein, J. P., Houwelingen, H. C. Van, Ibrahim, J. G., & Scheike, T. H. (2014). *Handbook Of Survival Analysis*. Taylor & Francis Group, Llc. <https://doi.org/10.1201/B11311-6>
- Kleinbaum, D. G. D., & Klein, M. (2011). Survival Analysis: A Self-Learning Text, Third Edition (Statistics For Biology And Health). In *Biometrical Journal*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387667-6.00013-0>
- Muller, M. (2004). Goodness Of Fit Criteria For Survival Data. *Paper*, 382. <http://epub.ub.uni-muenchen.de/>
- Purwadi, H., & Fatriadi, M. H. (2023). Strategi Dalam Meningkatkan Survival Rate Pada Penderita Henti Jantung Di Luar Rumah Sakit Out- Hospital Cardiac Arrest. *Jurnal Pengabdian Bidang Kesehatan*, 1(4), 95–103. <https://doi.org/10.57214/Jpbidkes.V1i4.28>
- Sianturi, A. A., Risca, , Hutapea, O., May, , & Sinaga, R. T. (2025). Comparison Of Cox Proportional Hazards And Weibull Regression Models In Survival Analysis Of Heart Failure Patients Using Uci Repository Data. *Edumatika: Jurnal Mipa*, 5(3), 47–57. <https://doi.org/10.56495/Emju.V5i3.1327>
- Sitanggang, B. F., & Sitompul, P. (2024). Deteksi Awal Kelangsungan Hidup Pasien Gagal Jantung Menggunakan Machine Learning Metode Random Forest. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(2), 3347–3357. <https://doi.org/10.31004/Innovative.V4i2.8189>
- Tee, S. Y., & Daud, A. A. M. (2025). Mathematical Model And Analysis Of Population Dynamics For Heart Failure And Heart Transplant (Model Matematik Dan Analisis Dinamik Populasi Kegagalan Jantung Dan Pemindahan Jantung). *Journal Of Quality Measurement And Analysis Jqma*, 21(1), 2025. <https://doi.org/10.17576/Jqma.2101.2025.04>