



ANALISIS *SURVIVAL* PASIEN *INSUFFICIENCIA CORDIS* MENGUNAKAN MODEL REGRESI WEIBULL DAN MODEL REGRESI COX *PROPORTIONAL HAZARD*

DWI FIDIANA



**PROGRAM STUDI AKTUARIA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis *Survival* Pasien *Insufficiencia Cordis* Menggunakan Model Regresi Weibull dan Model Regresi Cox *Proportional Hazard*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Mei 2025

Dwi Fidiana
G5402211008

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

DWI FIDIANA. Analisis *Survival* Pasien *Insufficiencia Cordis* Menggunakan Model Regresi Weibull dan Model Regresi Cox *Proportional Hazard*. Dibimbing oleh RETNO BUDIARTI dan I GUSTI PUTU PURNABA.

Analisis *survival* digunakan untuk mengevaluasi durasi waktu dari awal pengamatan hingga terjadinya suatu peristiwa, seperti kesembuhan atau kematian. Penelitian ini memfokuskan pada pasien *insufficiencia cordis*, salah satu penyakit kardiovaskular yang menjadi penyebab utama kematian di dunia. Analisis dilakukan dengan pendekatan parametrik (regresi Weibull) dan semi-parametrik (Cox *Proportional Hazard*). Model regresi Weibull menjadi model terbaik dengan nilai AIC 127,50 dan MSE 0,5071. Variabel signifikan yang memengaruhi analisis *survival* pada penelitian ini adalah *age*, *ejection fraction*, *serum sodium*, *platelets*, dan *serum creatinine*. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan bagi dunia medis dan industri asuransi, memungkinkan identifikasi faktor risiko yang lebih akurat dan mendukung pengambilan keputusan dalam strategi penanganan medis serta penetapan premi asuransi yang berbasis risiko.

Kata kunci: Analisis *Survival*, Cox *Proportional Hazard*, *Insufficiencia Cordis*, Kaplan-Meier, Regresi Weibull.

ABSTRACT

DWI FIDIANA. Survival Analysis of Patients with Heart Failure Using the Weibull Regression Model and the Cox Proportional Hazard Regression Model. Supervised by RETNO BUDIARTI and I GUSTI PUTU PURNABA.

Survival analysis is employed to evaluate the duration from the start of observation to the occurrence of an Event, such as recovery or death. This study focuses on patients with *insufficiencia cordis*, a cardiovascular disease that is one of the leading causes of mortality worldwide. The analysis was conducted using parametric (Weibull regression) and semi-parametric (Cox Proportional Hazard) approaches. The Weibull regression model was identified as the best-performing model, with an AIC value of 127,50 and an MSE of 0,5071. Significant variables influencing clinical improvement include *age*, *ejection fraction*, *serum sodium*, *platelets*, and *serum creatinine*. This research provides significant contributions to the medical field and the insurance industry, facilitating more accurate identification of risk factors and supporting informed decision-making in medical treatment strategies and the determination of risk-based insurance premiums.

Keywords: Survival Analysis, Cox Proportional Hazard, *Insufficiencia Cordis*, Kaplan-Meier, Weibull Regression.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ANALISIS *SURVIVAL* PASIEN INSUFFICIENCIA CORDIS MENGUNAKAN MODEL REGRESI WEIBULL DAN MODEL REGRESI COX *PROPORTIONAL HAZARD*

DWI FIDIANA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Aktuaria pada
Program Studi Aktuaria

**PROGRAM STUDI AKTUARIA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji pada Ujian Skripsi:
1. Prof. Dr. Ir. Endar Hasafah Nugrahani, M.S.



Judul Skripsi : Analisis *Survival* Pasien *Insufficiencia Cordis* Menggunakan Model Regresi Weibull dan Model Regresi Cox *Proportional Hazard*

Nama : Dwi Fidiana
NIM : G5402211008

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Retno Budiarti, M.S.



Pembimbing 2:
Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.



Diketahui oleh

Kepala Program Studi Aktuaria:
Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.
NIP 196512181990021001



Tanggal Ujian:
21 Februari 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2024 sampai bulan Mei 2025 ini ialah Regresi Weibull, dengan judul “Analisis *Survival* Pasien *Insufficiencia cordis* Menggunakan Model Regresi Weibull dan Model Regresi Cox *Proportional Hazard*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Dr. Ir. Retno Budiarti, M.S. dan Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA. Selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan serta saran selama penyusunan karya ilmiah ini
2. Ayah (Kusnun), ibu (Wasini), kakak (Elma Utami dan Puthut Dwi Saka), dan seluruh keluarga tercinta atas doa dan kasih sayang, serta dukungan yang selalu diberikan kepada penulis.
3. Ibu Dwini dan Kak Faisal selaku manager dan staff underwriting *non-life* di PT Reasuransi Indonesia Utama yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama melaksanakan magang, serta ide dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.
4. Ibu Manager underwriting *life* yaitu dr Ria Octavia dan staff underwriting *life* yaitu kak Ana, dan kak Andina di PT Zurich Indonesia yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama melaksanakan magang, serta ide dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.
5. Bapak Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math selaku pembimbing akademik yang telah membimbing dan memberikan saran kepada penulis selama menjalani proses perkuliahan.
6. Dosen, staff, serta seluruh *civitas* akademik Departemen Matematika FMIPA IPB yang turut membantu dalam kelancaran tugas akhir ini.
7. Teman-teman Matematika Aktuaria 58, SAM ASSA IPB, ACD ASSA IPB, SDGS *People*, Anak 99 (Cindy, Lala, dan Peni), dan Bau Hitut (Ariska, Adristi, Fakhira, Hana, Kanaya, Salwa, serta pihak-pihak terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas dukungannya

Mohon maaf atas segala kekurangan ataupun kesalahan penulis dalam penyusunan karya ilmiah ini. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Mei 2025

Dwi Fidiana



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Teori <i>Probabilitas</i>	3
2.2 Analisis <i>Survival</i>	4
2.3 Regresi Cox <i>Proportional Hazard</i>	5
2.4 Regresi Weibull	8
2.5 Uji Statistik Model	11
2.6 Seleksi Model	12
III METODE	13
3.1 Data	13
3.2 Prosedur Analisis	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Analisis Deskriptif	16
4.2 Analisis Kaplan Meier dan Uji Log-Rank	17
4.3 Pemodelan Regresi Cox <i>Proportional Hazard</i>	27
4.4 Pemodelan Regresi Weibull	33
4.5 Perbandingan Kinerja Analisis Model Cox <i>Proportional Hazard</i> dan Regresi Weibull	39
V SIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Simpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	43
RIWAYAT HIDUP	61



DAFTAR TABEL

1	Daftar variabel dataset pasien <i>insufficiencia cordis</i>	13
2	Analisis deskriptif variabel prediktor kontinu	16
3	Analisis deskriptif variabel prediktor kategorik	17
4	Hasil nilai <i>p-value Goodness of Fit</i>	28
5	Hasil pengujian signifikansi parameter model Cox <i>Proportional Hazard</i>	29
6	Nilai AIC masing-masing model Cox <i>Proportional Hazard</i>	30
7	Hasil nilai <i>p-value</i> Uji Kesesuaian Model Cox <i>Proportional Hazard</i>	31
8	Nilai <i>hazard ratio</i> model Cox <i>Proportional Hazard</i> terbaik	31
9	Nilai VIF pada masing-masing variabel	33
10	Hasil pengujian signifikansi parameter model regresi Weibull	34
11	Nilai AIC masing-masing model regresi Weibull	35
12	Hasil nilai <i>p-value</i> Uji Kesesuaian Model Nilai AIC masing-masing model regresi Weibull	36
13	Nilai <i>hazard ratio</i> model regresi Weibull terbaik	37
14	Nilai AIC dan MSE kedua model	38

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR GAMBAR

1	Skema metode penelitian analisis <i>survival</i>	14
2	Model Kaplan-Meier pada <i>time</i> dan <i>death event</i>	17
3	Model Kaplan-Meier pada variabel <i>age</i>	18
4	Model Kaplan-Meier pada variabel <i>serum sodium</i>	19
5	Model Kaplan-Meier pada variabel <i>serum creatinine</i>	20
6	Model Kaplan-Meier pada variabel <i>platelets</i>	21
7	Model Kaplan-Meier pada variabel <i>creatinine phosphokinase</i>	22
8	Model Kaplan-Meier pada variabel <i>ejection fraction</i>	22
9	Model Kaplan-Meier pada variabel <i>anaemia</i>	23
10	Model Kaplan-Meier pada variabel <i>diabetes</i>	24
11	Model Kaplan-Meier pada variabel <i>high blood pressure</i>	25
12	Model Kaplan-Meier pada variabel <i>smoking</i>	26
13	Model Kaplan-Meier pada variabel <i>sex</i>	26
14	Histogram data rawat inap pasien	32

DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Package</i> yang digunakan dalam pengolahan data	43
2	Analisis deskriptif pada data	44
3	Analisis Kaplan-Meier	45
4	Pemodelan regresi Cox <i>Proportional Hazard</i>	53
5	Uji distribusi pada data	55
6	Uji multikolinearitas	56
7	Pemodelan regresi Weibull	57
8	MSE model terbaik pada regresi Weibull dan Cox <i>Proportional Hazard</i>	59