



**MODEL *COX PROPORTIONAL HAZARD* UNTUK ANALISIS KETAHANAN  
HIDUP PASIEN JANTUNG KORONER**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Aldila Maya Yulandi**  
**NIM 071810101080**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**MODEL COX PROPORTIONAL HAZARD UNTUK ANALISIS KETAHANAN  
HIDUP PASIEN JANTUNG KORONER**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Matematika (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

oleh  
**Aldila Maya Yulandi**  
**NIM 071810101080**

**JURUSAN MATEMATIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**2012**

## PERSEMBAHAN

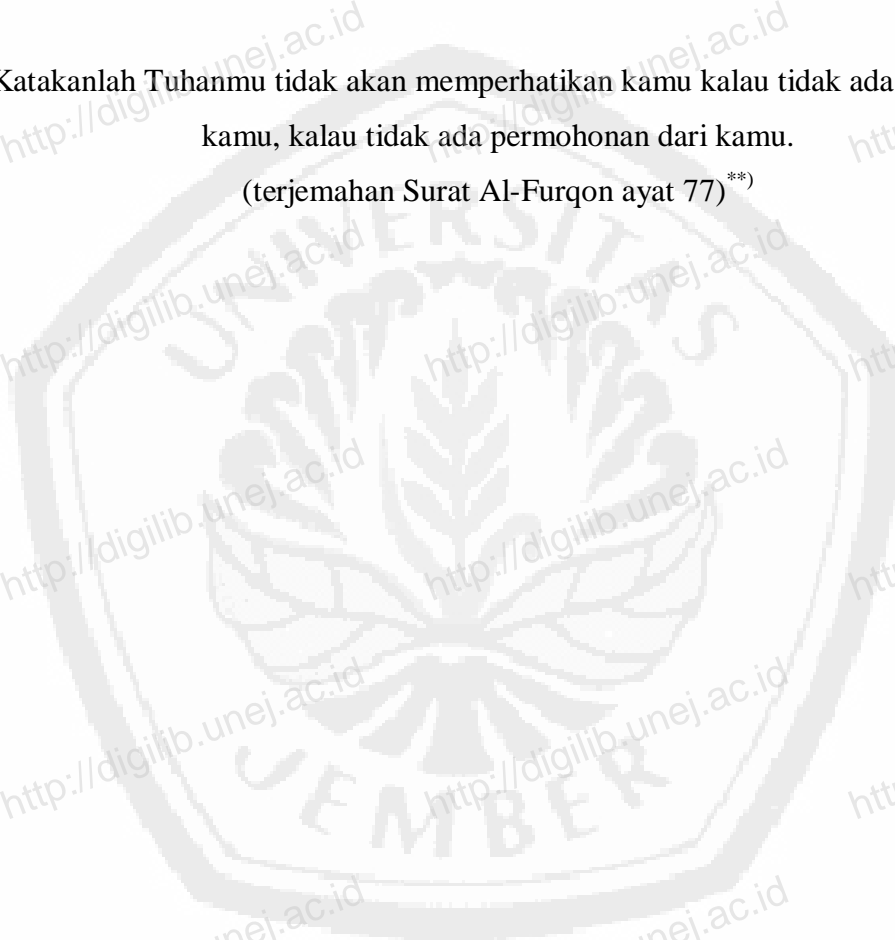
Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Alm. Ibunda Sri Sugiyati dan Ayahanda Ir. Soewardji yang tercinta;
2. Ryza Yulinda dan Dian Melani yang tersayang;
3. guru-guru sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
5. kakak angkatan (2004) Miftachul Huda, Mika, Rully, Lala, Mamang, Antok, Ike, Sabdo, Andika, Triyana dan kakak angkatan yang lain;
6. teman-teman Rulita Damarani, Refi Ainurofiq, Andik Setiawan, Muh Wasil, Prisko, Hasyim, Rina, Randy, Imam, Enjit, Marihot, Candra, Shandy, Rizky, Andy, Alfa, Anggota F6, Kampus Biru, Timnas UNEJ dan yang lain;

## MOTO

Kita sembuh dari penyakit karena kita berobat. Kita bergerak berobat untuk mendapatkan kesehatan bukan karena uang, gaji, juru rawat atau dokter tapi kita bergerak karena diizinkan oleh Allah SWT.\*)

Katakanlah Tuhanmu tidak akan memperhatikan kamu kalau tidak ada doa dari kamu, kalau tidak ada permohonan dari kamu.  
(terjemahan Surat Al-Furqon ayat 77) \*\*)



---

\*) Ust. Yusuf Mansyur .2010. *Temukan Penyebabnya Temukan Jawabannya*. Jakarta: PT Bestari Buana Murni

\*\*) Ust. Yusuf Mansyur .2009.edisi **35 Mencari Tuhan Yang Hilang**. Jakarta: PT Bestari Buana Murni

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Aldila Maya Yulandi

NIM : 071810101080

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Model *Cox Proportional Hazard* Untuk Analisis Ketahanan Hidup Pasien Jantung Koroner” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 April 2012

Yang menyatakan,

Aldila Maya Yulandi

NIM 071810101080

**SKRIPSI**

**MODEL COX PROPORTIONAL HAZARD UNTUK ANALISIS KETAHANAN  
HIDUP PASIEN JANTUNG KORONER**

Oleh

Aldila Maya Yulandi  
NIM 071810101080

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Yuliani Setia Dewi, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Model *Cox Proportional Hazard* Untuk Analisis Ketahanan Hidup Pasien Jantung Koroner” telah diuji dan disahkan pada:  
hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Yuliani Setia Dewi, S.Si, M.Si  
NIP 197407162000032001

Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.  
NIP 195912201985031002

Penguji I,

Penguji II,

Drs. Budi Lestari, PGD. Sc., M.Si.  
NIP 196310251991031003

Agustina Pradjaningsih, S.Si., M.Si.  
NIP 197108022000032009

Mengesahkan

Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.  
NIP 196101081986021001

## RINGKASAN

**Model Cox Proportional Hazard Untuk Analisis Ketahanan Hidup Pasien Jantung Koroner.** Aldila Maya Yulandi, 071810101080; 2012: 60 halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyakit jantung koroner merupakan salah satu jenis penyakit yang berbahaya dan banyak menyebabkan kematian. Kabupaten Banyuwangi merupakan salah satu daerah yang penduduknya banyak terkena penyakit jantung koroner. Ketahanan hidup pasien pada suatu populasi yang terkena penyakit dapat dimodelkan secara matematis. Salah satu model yang digunakan untuk analisis ketahanan hidup pasien terhadap suatu penyakit adalah model *Cox Proportional Hazard*. Tujuan penelitian ini adalah: (1) mendapatkan estimasi fungsi survival dan fungsi hazard serta median waktu survival menggunakan metode Kaplan-Meier dengan semua faktor yang mempengaruhi ketahanan hidup pasien jantung koroner, (2) mengetahui plot fungsi survival dan hazard untuk setiap faktor yang mempengaruhi ketahanan hidup pasien jantung koroner serta uji log rank, dan (3) mendapatkan model *cox proportional hazard* untuk ketahanan hidup pasien jantung koroner di RSI Fatimah Banyuwangi. Hasil penelitian diharapkan dapat mengetahui ketahanan hidup pasien jantung koroner di RSI Fatimah Banyuwangi.

Penelitian dilakukan dalam beberapa langkah. Langkah pertama mencari analisis deskriptif tiap variabel, langkah kedua yaitu mencari nilai fungsi survival dan fungsi hazard tiap variabel penjelas dengan menggunakan metode *Kaplan-Meier* sebagai pengestimasi. Langkah ketiga yaitu dengan mencari plot fungsi survival dan fungsi hazard. Langkah keempat yaitu pengujian ada tidaknya perbedaan fungsi menggunakan uji log-rank. Langkah kelima yaitu dengan mencari waktu ketahanan hidup pasien jantung koroner, fungsi survival dan fungsi hazard dengan semua variabel yang mempengaruhi. Langkah keenam melakukan pengujian asumsi model proporsional hazard dengan menggunakan plot  $\log[-\log(S(t))]$ . Langkah ketujuh



yaitu dengan memodelkan seluruh variabel penjelas sebagai model awal. Model secara umum yaitu  $h_i(t) = \exp(\beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip})h_0(t)$ . Langkah kedelapan melakukan pengujian serentak dan parsial terhadap model awal dan melakukan pemilihan model terbaik. Pengujian serentak dilakukan dengan menggunakan rumus  $X_{LR}^2 = -2 \log \left( \frac{l_0}{l_1} \right)$  dan pengujian secara parsial dilakukan dengan statistik uji  $X_W^2 = \left[ \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \right]$ . Pemilihan model terbaik dilakukan dengan menghitung selisih nilai  $-2 \log \hat{L}$  dari null model dan model dengan variabel. Langkah kesembilan yaitu dengan melakukan pengujian serentak dan parsial terhadap model terbaik yang telah didapat.

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa faktor-faktor pada model terbaik cox proportional hazard yang mempengaruhi ketahanan hidup pasien jantung koroner di RSI Fatimah Banyuwangi yaitu perokok dan penyakit lain. Jantung koroner merupakan sejenis penyakit jantung yang diakibatkan penyempitan pembuluh arteri. Penyakit lain merupakan faktor yang mempengaruhi ketahanan hidup pasien jantung koroner, penyakit tersebut antara lain darah tinggi (Hipertensi), kegemukan (Obesitas), dan Decomp. Decomp yaitu kegagalan jantung dalam upaya untuk mempertahankan peredaran darah sesuai dengan kebutuhan tubuh. Faktor jenis kelamin dan umur tidak memiliki pengaruh yang nyata pada kajian yang telah dilakukan, tetapi pada dunia medis faktor jenis kelamin dan umur merupakan faktor yang berpengaruh pada ketahanan hidup pasien jantung koroner. Pada kajian lain didapatkan waktu ketahanan hidup pasien jantung koroner untuk sebagian pasien (50%) dari keseluruhan pasien yang dapat bertahan hidup. Waktu ketahanan diperoleh dari nilai fungsi survival untuk keseluruhan variabel yang nilainya  $\leq 0,5$  yaitu pada waktu ke 8 sebesar 0,48. Hasil akhir diperoleh waktu ketahanan pasien jantung koroner yaitu selama 8 hari.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Model *Cox Proportional Hazard* Untuk Analisis Ketahanan Hidup Pasien Jantung Koroner”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Yuliani Setia Dewi, SSi, MSi., selaku Dosen Pembimbing Utama, Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., PhD., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Drs. Budi Lestari, PGD.Sc., MSi., dan Agustina Pradjaningsih, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberi masukan dalam skripsi ini;
3. Dian Anggraeni, S.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Alm.Ibunda Sri Sugiyati yang hanya sempat menemani selama 2 tahun untuk memberikan doa dan kasih sayang di awal menjalani perkuliahan. Ayahanda Ir. Soewardji, dan kakak saya tersayang yang telah memberikan doa dan dorongannya demi terselesaikannya skripsi ini;
5. teman-teman angkatan 2007 yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung;
6. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Mei 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Perumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan</b> .....	4
<b>1.4 Manfaat</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Analisis Survival</b> .....	5
2.1.1 Fungsi Tahan Hidup (Fungsi Survival) .....	6
2.1.2 Fungsi Densitas Peluang .....	7
2.1.3 Fungsi Kegagalan (Fungsi Hazard) .....	8
<b>2.2 Hubungan antara Fungsi-Fungsi Tahan Hidup</b> .....	8
<b>2.3 Tipe-Tipe Penyensoran</b> .....	9
2.3.1 Sensor Tipe I .....	10
2.3.2 Sensor Tipe II .....	10

2.3.3	Sensor Tipe III .....	11
<b>2.4</b>	<b>Metode Maksimum Likelihood (<i>Maximum Likelihood Estimator/MLE</i>)</b> .....	13
<b>2.5</b>	<b>Estimator Kaplan-Meier</b> .....	14
2.5.1	Estimasi Fungsi Survival .....	14
2.5.2	Estimasi Fungsi Hazard .....	14
2.5.3	Estimasi Median Waktu Survival .....	15
<b>2.6</b>	<b>Uji Log Rank</b> .....	15
<b>2.7</b>	<b>Model <i>Cox Proportional Hazard</i></b> .....	16
2.7.1	Model Hazard Proporsional .....	17
2.7.2	Estimasi Parameter Model .....	17
2.7.3	Estimasi Fungsi Survival dan Fungsi Hazard .....	19
<b>2.8</b>	<b>Estimasi Parameter</b> .....	20
2.8.1	Pengujian Secara Serentak .....	20
2.8.2	Pengujian Secara Parsial .....	21
<b>2.9</b>	<b>Seleksi Model</b> .....	21
<b>2.10</b>	<b>Jantung Koroner</b> .....	22
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>	.....	26
<b>3.1</b>	<b>Data</b> .....	26
<b>3.2</b>	<b>Metode Analisis dan Pengolahan Data</b> .....	27
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	.....	30
<b>4.1</b>	<b>Hasil</b> .....	30
4.1.1	Analisis Deskriptif Setiap Variabel .....	30
4.1.2	Nilai Survival dan Hazard Setiap Variabel .....	32
4.1.3	Plot Fungsi Survival dan Fungsi Hazard Setiap Variabel Penjelas .....	42
4.1.4	Uji Log-rank .....	47
4.1.5	Waktu Ketahanan Hidup Pasien Jantung Koroner .....	48
4.1.6	Pengujian Asumsi Pemodelan Hazard Proporsional .....	49

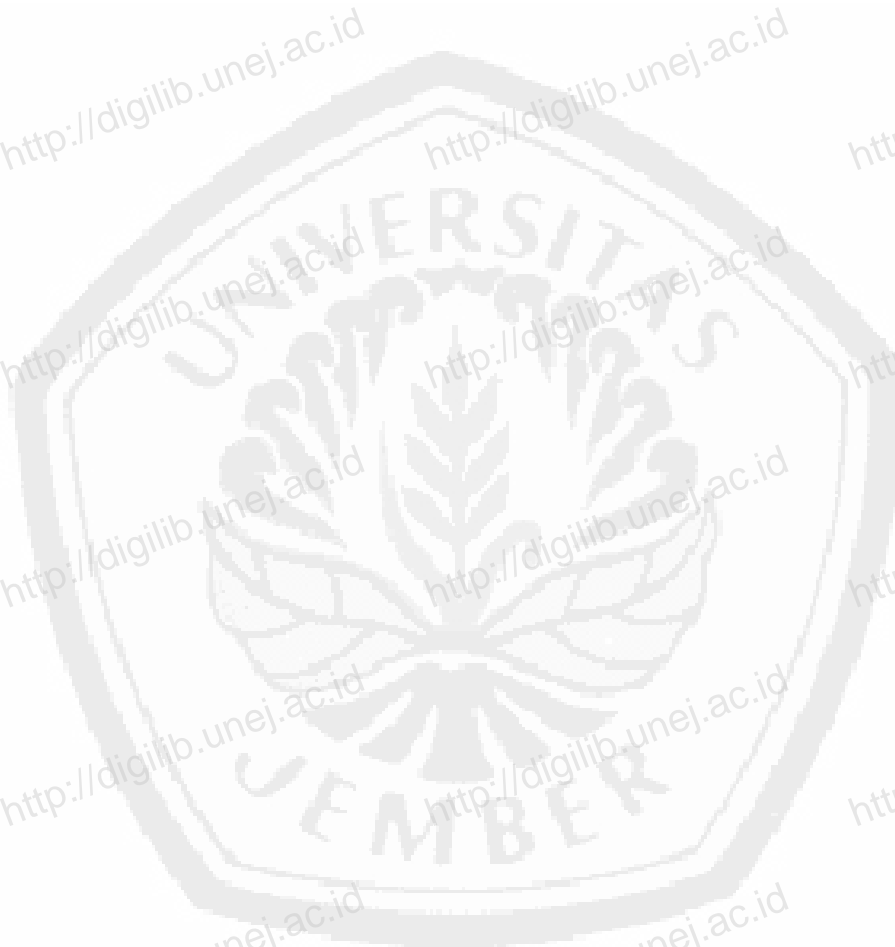
4.1.7	Pemodelan Awal Model Cox Proportional Hazard.....	50
4.1.8	Pengujian Parsial Terhadap Model Terbaik. ....	53
<b>4.2</b>	<b>Pembahasan</b> .....	<b>57</b>
<b>BAB 5.</b>	<b>PENUTUP</b> .....	<b>58</b>
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan</b> .....	<b>61</b>
<b>5.2</b>	<b>Saran</b> .....	<b>62</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>63</b>



## DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Analisis deskriptif untuk variabel jenis kelamin.....	30
4.2 Analisis deskriptif untuk variabel umur .....	31
4.3 Analisis deskriptif untuk variabel penyakit lain .....	31
4.4 Analisis deskriptif untuk variabel perokok.....	32
4.5 Fungsi Survival dan Fungsi Hazard Responden yang berjenis kelamin wanita .....	33
4.6 Fungsi Survival dan Fungsi Hazard Responden yang berjenis kelamin laki-laki.....	34
4.7 Fungsi Survival dan Fungsi Hazard Responden yang berumur $20 \leq X < 40$ .....	35
4.8 Fungsi Survival dan Fungsi Hazard Responden yang berumur $40 \leq X < 60$ .....	36
4.9 Fungsi Survival dan Fungsi Hazard Responden yang berumur $60 \leq X < 95$ .....	37
4.10 Fungsi Survival dan Fungsi Hazard Responden yang tidak terdapat penyakit lain selain jantung koroner .....	38
4.11 Fungsi Survival dan Fungsi Hazard Responden yang terdapat penyakit lain selain jantung koroner .....	39
4.12 Fungsi Survival dan Fungsi Hazard Responden yang merupakan perokok aktif.....	40
4.13 Fungsi Survival dan Fungsi Hazard Responden yang merupakan perokok pasif.....	41
4.14 Statistik Uji Log Rank Empat Faktor.....	47
4.15 Tabel Fungsi survival dan fungsi hazard responden.....	49
4.16 Uji Parsial Model Awal.....	52
4.17 Nilai $-2 \log$ Likelihood Pada Model.....	52

4.18 Uji Parsial Model Terbaik .....	54
4.19 Nilai $\hat{h}_0(t)$ , $\xi_j$ , $\hat{S}_0(t)$ dan $\hat{H}_0(t)$ .....	55
4.20 Tabel Analisis Deskriptif.....	57



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Grafik tersensor tipe I .....	10
2.2 Grafik tersensor tipe II .....	11
2.3 Grafik tersensor tipe III .....	12
3.1 Diagram metode penelitian .....	27
4.1 Plot fungsi survival variabel jenis kelamin .....	43
4.2 Plot fungsi hazard variabel jenis kelamin .....	43
4.3 Plot fungsi survival variabel umur .....	44
4.4 Plot fungsi hazard variabel umur .....	44
4.5 Plot fungsi survival variabel penyakit .....	45
4.6 Plot fungsi hazard variabel penyakit .....	46
4.7 Plot fungsi survival variabel perokok .....	46
4.8 Plot fungsi hazard variabel perokok .....	47
4.9 Plot log [- log (S(t))] terhadap Waktu Survival .....	49



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data pasien jantung koroner yang diambil dari RSI Fatimah Banyuwangi (Tahun 2009, 2010 dan 2011) .....	64
B. Skrip Analisis Deskriptif .....	67
C. Skrip Fungsi Survival .....	68
D. Skrip Fungsi Plot Fungsi Survival dan Fungsi Hazard .....	71
E. Skrip Fungsi Uji Log-Rank .....	73
F. Skrip Fungsi Waktu Ketahanan Hidup Pasien Jantung Koroner.....	74
G. Skrip Fungsi Uji Asumsi Pemodelan Hazard Proporsional.....	75
H. Skrip Fungsi Pemodelan Cox Proportional Hazard .....	76
I. Skrip Baseline Cumulative Hazard.....	81