

**MODEL REGRESI COX STRATIFIED  
PADA DATA KETAHANAN**



---

---

**SKRIPSI**

---

---

**Disusun oleh :**

**MOHAMAD REZA PAHLEVI**

**J2E009028**

**DEPARTEMEN STATISTIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2016**

**MODEL REGRESI COX STRATIFIED  
PADA DATA KETAHANAN**

**Disusun oleh :**

**MOHAMAD REZA PAHLEVI**

**J2E009028**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada  
Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro

**DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2016**

## LEMBAR PENGESAHAN I

Judul Skripsi : **Model Regresi Cox Stratified Pada Data Ketahanan**

Nama : Mohamad Reza Pahlevi

NIM : J2E 009 028

Departemen : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 24 Juni 2016 dan dinyatakan lulus pada tanggal 29 Juni 2016

Semarang, Juni 2015

Mengetahui,

Ketua Departemen Statistika  
Fakultas Sains dan Matematika UNDIP

Panitia Penguji Tugas Akhir  
Ketua

Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si  
NIP. 195709141986032001

Yuciana Wilandari, S.Si, M.Si  
NIP. 197005191998022001

## LEMBAR PENGESAHAN II

Judul Skripsi : **Model Regresi Cox Stratified Pada Data Ketahanan**

Nama : Mohamad Reza Pahlevi

NIM : J2E 009 028

Departemen : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 24 Juni 2016.

Semarang, Juni 2015

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Drs. Mustafid, M.Eng, Ph.D

NIP. 195505281980031002

Triastuti Wuryandari, S.Si, M.Si

NIP. 197109061998032001

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “**Model Regresi Cox Stratified Pada Data Ketahanan**”.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan dukungan yang diberikan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si sebagai Ketua Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
2. Bapak Prof. Drs. Mustafid, M.Eng, Ph.D dan Ibu Triastuti Wuryandari, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II
3. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan selanjutnya.

Semarang, Juni 2016

Penulis

## ABSTRAK

Model Cox Stratified pada kejadian berulang tidak identik merupakan modifikasi dari Model Cox Proportional Hazard ketika ada individu yang mengalami kejadian lebih dari satu kali. Penelitian ini bertujuan membentuk model Regresi Cox Stratified untuk data kejadian berulang tidak identik dan penerapannya pada kasus kekambuhan penyakit stroke hemoragik serta menentukan faktor-faktor yang berpengaruh pada kasus tersebut. Estimasi Parameter dalam model Cox Stratified menggunakan *Maximum Partial Likelihood Estimation* (MPLE). Prosedur pembentukan model Cox Stratified terdiri dari 6 tahap, yaitu (1) Identifikasi data, yaitu menentukan variabel-variabel yang akan digunakan dalam model Cox. (2) Estimasi parameter model Cox Proportional Hazard. (3) Pengujian parameter pada setiap variabel menggunakan Uji Wald. (4) Pengujian asumsi Proportional Hazard. (5) Stratifikasi variabel. (6) Interpretasi model Cox Stratified. Penelitian ini menggunakan data pasien yang mengalami stroke hemoragik unspecified dengan 7 variabel bebas yaitu umur, jenis kelamin, tekanan darah, kadar gula, trigliserida, kadar kolesterol dan ulangan. Berdasarkan pengujian parameter diperoleh 3 variabel yang berpengaruh yaitu umur, kadar kolesterol dan ulangan. Selanjutnya dalam asumsi Proportional Hazard menunjukkan bahwa variabel ulangan tidak memenuhi asumsi Proportional Hazard sehingga perlu di stratifikasi. Pasien stroke hemoragik unspecified berumur diatas 50 tahun dirawat 3,230 kali lebih lama dibanding pasien berumur dibawah 50 tahun. Pasien stroke hemoragik unspecified dengan kadar kolesterol tinggi dirawat 0,182 kali lebih cepat dibanding pasien dengan kadar kolesterol normal.

Kata Kunci: Cox Stratified, Cox Proportional Hazard, MPLE, Stroke Hemoragik, Kejadian Berulang

## ABSTRACT

Stratified Cox model on the events are not identical is a modification of the Cox Proportional Hazard models when there are individuals who experienced more than one incident. This study aims to form a stratified Cox regression models for repeated occurrences of data are not identical and their application to cases of hemorrhagic stroke disease recurrence and to determine the factors that affect the case. Parameter Estimation in Stratified Cox models using Partial Maximum Likelihood Estimation (MPLE). Stratified Cox model building procedure consists of six stages: (1) identification data, which specify the variables that will be used in the Cox models. (2) Estimated Cox Proportional Hazard model parameters. (3) The test parameters for each variable using the Wald test. (4) Testing Proportional Hazard assumptions. (5) stratification variables. (6) Interpretation Stratified Cox models. This study uses data of patients who experienced a hemorrhagic stroke unspecified with 7 independent variables such as age, sex, blood pressure, blood sugar, triglycerides, cholesterol and replications. Based on the testing parameters obtained three variables that influence such as age, cholesterol levels and repeat. Furthermore, in assuming Proportional Hazard showed that replicates variable Proportional Hazard did not meet the assumptions that need to be stratified. Unspecified hemorrhagic stroke patients aged over 50 years admitted to 3.230 times longer than the patients were under 50 years old. Unspecified hemorrhagic stroke patients with high cholesterol levels are treated 0.182 times faster than patients with normal cholesterol levels.

Keywords: Stratified Cox, Cox Proportional Hazard, MPLE, Haemorrhagic Stroke, Recurrent Events

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRAC .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Analisis Ketahanan .....	5
2.2 Fungsi-fungsi dalam Analisis Ketahanan .....	7
2.2.1 Fungsi Ketahanan .....	7
2.2.2 Fungsi Kegagalan .....	9
2.3 Model Cox Proportional Hazard .....	11



	Halaman
2.3.1 Estimasi Parameter .....	14
2.3.2 Prosedur Newton Raphson.....	17
2.4 Kejadian Berulang .....	19
2.5 Model Cox Stratified.....	23
2.5.1 Stratifikasi Variabel dalam Model Cox Stratifikasi.....	24
2.5.2 Pembentukan Model Cox Stratifikasi.....	25
2.5.3 Estimasi Parameter Model Cox Stratifikasi.....	27
2.5.4 Prosedur Newton Raphson Model Cox Stratifikasi .....	30
2.6 Pengujian Parameter .....	32
2.7 Pengujian Asumsi Proportional Hazard.....	33
2.8 Stratifikasi Variabel .....	35
2.9 Interpretasi Model Regresi Cox Stratified .....	35
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>37</b>
3.1 Sumber Data.....	37
3.2 Variabel Penelitian.....	39
3.3 Metode Analisis.....	40
3.3 Diagram Alir Analisis.....	42
<b>BAB IV HASIL dan PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
4.1 Identifikasi Data.....	43
4.2 Estimasi Parameter Model Cox Proportional Hazard.....	48
4.3 Pengujian Parameter.....	50
4.4 Pengujian Asumsi Proportional Hazard.....	52

	Halaman
4.5 Stratifikasi Variabel Ulangan.....	56
4.6 Interpretasi Model Cox Stratified.....	56
<b>BAB V KESIMPULAN</b> .....	<b>58</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>59</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Layout data pasien dengan 3x kambuh dengan Conditional 1 .....	20
Tabel 2. Layout data pasien dengan 3x kambuh dengan Conditional 2 .....	21
Tabel 3. Layout data pasien dengan 3x kambuh dengan Marginal.....	22
Tabel 4. Estimasi Parameter Model Cox Proportional Hazard .....	48
Tabel 5. Hasil Pengujian Parameter Secara Parsial dengan Uji Wald .....	51
Tabel 6. Estimasi Parameter dengan Tiga Variabel yang Signifikan.....	52
Tabel 7. Estimasi Model Cox Stratified Tanpa Interaksi .....	56

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian .....	42
Gambar 2. Grafik Log (-LogS(t)) variabel umur ( $X_1$ ).....	53
Gambar 3. Grafik Log (-LogS(t)) variabel kadar kolesterol ( $X_6$ ) .....	54
Gambar 4. Grafik Log (-LogS(t)) variabel ulangan ( $X_7$ ) .....	55

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Studi Kasus .....	61
Lampiran 2. Estimasi Parameter Model Cox Proportional Hazard .....	65
Lampiran 3. Estimasi Parameter Model Cox Proportional Hazard Variabel Signifikan.....	69
Lampiran 4. Estimasi Parameter Model Cox Stratified Tanpa Interaksi .....	73

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Analisis ketahanan merupakan salah satu analisis yang digunakan dalam biostatistik. Biostatistik merupakan cabang dari ilmu statistika yang diterapkan pada ilmu-ilmu kesehatan seperti kedokteran dan kesehatan masyarakat yang membicarakan beberapa ukuran dan teknik yang digunakan untuk mengevaluasi status kesehatan masyarakat dari kejadian yang terjadi sehari-hari. Waktu sampai terjadinya suatu kejadian tersebut dikenal dengan istilah waktu *survival* atau waktu ketahanan. Waktu ketahanan bisa dinyatakan dalam tahun, bulan, minggu, atau hari saat dimulainya pengamatan pada individu sampai terjadinya suatu kejadian pada individu tersebut. Kejadian tersebut dapat berupa kematian akibat suatu penyakit, kambuhnya suatu penyakit pasca pengobatan, kecelakaan, atau kerusakan suatu alat.

Dalam analisis ketahanan, terdapat tiga istilah yang perlu dipahami. Pertama, waktu dari variabel atau waktu individu untuk tetap bertahan pada periode pengamatan (waktu ketahanan). Kedua, kejadian (*event*) atau variabel yang menjadi fokus perhatian dalam penelitian. Kejadian yang dimaksud bisa berupa kejadian yang bersifat positif maupun negatif. Kejadian yang bersifat positif misalnya sembuhnya pasien dari suatu penyakit, perbaikan gizi pada balita, dan lain sebagainya. Kejadian yang bersifat negatif misalnya kematian, kambuhnya suatu penyakit, kecelakaan, dan lain sebagainya. Istilah ketiga yang membedakan analisis ketahanan dengan analisis statistika lainnya adalah sensor.

Sensor terjadi bila dipunyai waktu ketahanan individu yang menjadi subjek penelitian, walaupun sesungguhnya waktu ketahanan tidak diketahui secara pasti. Dalam analisis ketahanan terdapat tiga jenis penyensoran yaitu sensor kiri, sensor kanan, dan sensor interval (Collet, 2003).

Tujuan analisis ketahanan adalah untuk mengetahui hubungan antara waktu kejadian dan peubah penjelas yang terukur pada saat dilakukan penelitian. Metode yang digunakan untuk mengestimasi dan membuat kurva waktu ketahanan dalam analisis ketahanan yaitu metode tabel hidup (*life table*), metode *kaplan meier*, dan *Proportional Hazard Model* atau lebih dikenal metode Regresi Cox.

Analisis ketahanan pada masa kini lebih banyak difokuskan pada fungsi hazard yaitu menganalisis peluang kejadian dengan metode yang paling terkenal yaitu metode Regresi Cox. Metode Regresi Cox merupakan suatu metode yang paling umum digunakan untuk data ketahanan dibanding metode *life table*, atau *kaplan meier*, karena dapat mengestimasi *hazard ratio* tanpa perlu diketahui fungsi kegagalan dasarnya. Model ini merupakan model regresi semiparametrik dan digunakan untuk mengetahui hubungan antara waktu kejadian dan peubah penjelas yang terukur pada saat penelitian. Model ini menyatakan tingkat kegagalan dari suatu individu pada waktu  $t$  dengan diketahui variabel-variabel prediktornya.

Pada model Cox Proportional Hazard diasumsikan variabel-variabel prediktornya memenuhi asumsi Risiko Proporsional Hazard. Artinya peluang kegagalan untuk satu individu sebanding dengan peluang kegagalan individu yang lain dimana perbandingannya sama atau konstan sepanjang waktu. Akan tetapi, dalam banyak kasus, sering ditemukan tidak semua variabel prediktor memenuhi

asumsi Proportional Hazard. Karena itu, diperlukan metode lain yang dapat digunakan untuk menganalisis data survival tersebut.

Terkadang, sering dijumpai suatu individu mengalami kejadian yang sama lebih dari satu kali. Kejadian tersebut dikenal dengan kejadian berulang (*recurrent event*). Kejadian berulang terbagi menjadi dua, yaitu kejadian berulang identik dan tidak identik. Apabila kondisi yang dialami suatu individu lebih parah dari sebelumnya, maka disebut kejadian berulang tidak identik, sedangkan jika kondisi yang dialami suatu individu sama untuk kejadian berikutnya disebut kejadian berulang identik.

Metode analisis yang digunakan untuk kejadian berulang adalah Metode Cox Stratified (Kleinbaum dan Klein, 2005). Pada tugas akhir ini, akan dibahas Metode Cox Stratified pada kejadian berulang dengan asumsi ada kondisi yang dialami suatu individu lebih parah dari sebelumnya. Metode ini dapat digunakan pada kasus kekambuhan penyakit stroke. Penyakit stroke merupakan penyakit yang menjadi penyebab kematian tertinggi di wilayah perkotaan. Jumlahnya mencapai 15,9 persen dari proporsi penyebab kematian di Indonesia (Riset Kesehatan dasar, 2007). Penyakit stroke ulangan yang biasa terjadi biasanya akan lebih parah dibandingkan stroke yang sebelumnya. Ada 2 jenis penyakit stroke yaitu penyakit stroke iskemik dan penyakit stroke hemoragik. Dalam tugas akhir ini, diambil penyakit stroke hemoragik *unspecified* sebagai studi kasus.



## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah bagaimana membentuk model Regresi Cox Stratified untuk data kejadian berulang tidak identik serta penerapannya pada kasus kekambuhan penyakit Stroke Hemoragik *Unspecified*.

## **1.3 Batasan Masalah**

Dari rumusan tersebut, masalah dibatasi pada penggunaan pendekatan marginal dari pendekatan-pendekatan yang ada, variabel bebas dalam Tugas Akhir ini dibatasi sebanyak 7 variabel bebas, serta menggunakan model Regresi Cox Stratified tanpa interaksi.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan model Regresi Cox Stratified untuk menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi pada data ketahanan dalam studi kasus penyakit Stroke Hemoragik *Unspecified* serta menentukan rasio dari variabel yang berpengaruh untuk menentukan tingkat pengaruh variabel terhadap lama pasien dirawat.