

**PENGGUNAAN DATA KELANGSUNGAN HIDUP  
UNIVARIAT DENGAN PENDEKATAN  
SEMIPARAMETRIK BAYESIAN MENGGUNAKAN  
MODEL FRAILTY**



29.2-08  
Fak. Mipa  
1 sds  
Hadiah  
41  
37635

Oleh  
**IKA WIDYANTHI MAHENDRA**  
H 121 03 028

SKR-MOOD  
MAH  
P

**PROGRAM STUDI STATISTIKA  
JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2008**

## LEMBAR KEOTENTIKAN

*Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan  
sesungguh-sungguhnya bahwa skripsi yang saya buat dengan judul :*

**“PENGUNAAN DATA KELANGSUNGAN HIDUP  
UNIVARIAT DENGAN PENDEKATAN  
SEMIPARAMETRIK BAYESIAN MENGGUNAKAN  
MODEL *FRAILTY*”**

adalah benar hasil kerja saya sendiri, bukan hasil plagiat dan belum pernah  
dipublikasikan dalam bentuk apapun.

Makassar, 22 Februari 2008



**IKA W MAHENDRA**  
**NIM. H 121 03 028**

**PENGGUNAAN DATA KELANGSUNGAN HIDUP  
UNIVARIAT DENGAN PENDEKATAN  
SEMIPARAMETRIK BAYESIAN MENGGUNAKAN  
MODEL *FRAILTY***

*Disetujui Oleh :*

**Pembimbing Utama**



**Drs. Alimin Bado, M.Si**  
NIP. 130 604 514

**Pembimbing Pertama**



**Sri Astuti Thamrin, S.Si, M.Stat**  
NIP. 132 233 792

**Pembimbing Kedua**



**A. Kresna Jaya, S.Si, M.Si**  
NIP. 132 259 231

Pada tanggal : 22 Februari 2008

Pada hari ini, Jumat tanggal .....Februari 2008, Panitia Ujian Skripsi menerima dengan baik skripsi yang berjudul :


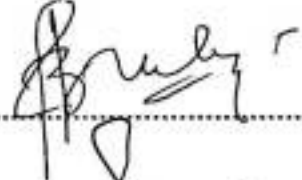

**“ PENGGUNAAN DATA KELANGSUNGAN HIDUP  
UNIVARIAT DENGAN PENDEKATAN SEMIPARAMETRIK  
BAYESIAN MENGGUNAKAN MODEL *FRAILTY*”**

yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Sains Jurusan Matematika Program Studi Statistika pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Makassar, Februari 2008

**PANITIA UJIAN SKRIPSI**

**Tanda Tangan**

1. Ketua : **Drs. Nirwan Ilyas, M.Si** (.....)
2. Sekretaris : **Anisa S.Si, M.Si** (.....)
3. Anggota : **Drs. Alimin Bado, M.S** (..........)
4. Anggota : **Sri Astuti Thamrin, S.Si, M.Si** (..........)
5. Anggota : **A. Kresna Jaya, S.Si, M.Si** (..........)

**PENGGUNAAN DATA KELANGSUNGAN HIDUP  
DENGAN PENDEKATAN SEMIPARAMETRIK  
BAYESIAN MENGGUNAKAN MODEL *FRAILTY***

**S K R I P S I**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada  
Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin, Makassar*

**Oleh:  
IKA WIDYANTHI MAHENDRA  
H 121 03 028**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
2008**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran **Allah SWT** atas segala nikmat, rahmat dan hidayah yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat dirampungkan sebagaimana adanya guna melengkapi syarat-syarat memperoleh gelar sarjana pada program studi Statistika Jurusan Matematika Fakultas MIPA UNHAS.

Dalam penyelesaian skripsi ini memerlukan proses yang panjang, pengorbanan yang tidak sedikit serta adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak., terutama penulis persembahkan buat orang-orang yang selalu mendukung segala usaha untuk penyelesaian skripsi ini, terlebih buat kedua orang tua, **M Nasir Mahendra,SE** dan **Andi Wardiah** atas segala doa, cinta dan kasih yang tiada pernah terhenti, demi keberhasilan pendidikan penulis.

Demikian pula dengan penuh keikhlasan penulis mengucapkan penghargaan dan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak **Drs. Alimin Bado, M.Si** selaku pembimbing utama dan Ibu **Sri Astuti Thamrin, S.Si, M.Stat** selaku pembimbing pertama dan bapak **Andi Kresna Jaya, S.Si, M.Si** selaku pembimbing kedua yang telah memberikan petunjuk dan bimbingan awal sampai akhir penulisan skripsi ini.
2. Bapak **Drs. Nirwan Ilyas, M.Si** selaku ketua penguji dan ibu **Anisa S.Si, Msi** selaku sekretaris penguji sekaligus pembimbing akademik yang telah rela meluangkan waktu dengan sabar membimbing, mengarahkan, dan memberikan saran serta semangat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

3. Bapak **Drs. Muh. Zakir, M.Si** selaku ketua jurusan Matematika. Bapak **Armin Lawi, S.Si, M.Eng** dan **Georgina M Tinungki S.Si, MSi** terima kasih atas bantuannya. Para Dosen Jurusan Matematika yang telah memberikan bekal ilmunya selama perkuliahan serta para Staf Jurusan Matematika yang telah memberikan bantuan selama penulis menjalani perkuliahan sampai ujian akhir.
4. My uncle "**Puang Rahim**" and My aunty "**Puang Ida**" terima kasih tuk kucuran dana dan doanya selama ini.
5. My Sis' **Nogard G. Mahendra** (chayo kul yg rajin) dan **Andri S. Mahendra** mudah mudahan kita selalu menjadi anak yang berbakti kepada kedua orang tua.
6. **Cheningku'03, Nurhidayah Alwi, S.Si, Haritsa, S.Si, Ebhi, S.Si.** (Thanks for All) n My patner **Nurindarawulan F. Ruri**, (do the best after undergraduate).
7. Saudara-saudaraku Stath n Math'03 **Fia, Mia, Ismi, Wagun, Asrul** dan yang tidak bisa disebutkan satu persatu(Semoga Allah SWT selalu melindungi kita).
8. Ana2 pondokan 2F **K'Uya, Wiwiek, Aya, Ina, K'Ria** (Keep being the family).
9. Senior-seniorku yang tidak dapat disebutkan satu persatu(Thanks for All).

Semoga segala bantuan dan partisipasinya bernilai ibadah dan mendapat pahala yang setimpal di sisi Allah SWT.

Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat kepada semua pihak yang membutuhkan.

Makassar,      Februari 2008

Penulis

3. Bapak **Drs. Muh. Zakir, M.Si** selaku ketua jurusan Matematika. Bapak **Armin Lawi, S.Si, M.Eng** dan **Georgina M Tinungki S.Si, MSi** terima kasih atas bantuannya. Para Dosen Jurusan Matematika yang telah memberikan bekal ilmunya selama perkuliahan serta para Staf Jurusan Matematika yang telah memberikan bantuan selama penulis menjalani perkuliahan sampai ujian akhir.
4. My uncle "**Puang Rahim**" and My aunty "**Puang Ida**" terima kasih tuk kucuran dana dan doanya selama ini.
5. My Sis' **Nogard G. Mahendra** (chayo kul yg rajin) dan **Andri S. Mahendra** mudah mudahan kita selalu menjadi anak yang berbakti kepada kedua orang tua.
6. **Cheningku'03, Nurhidayah Alwi, S.Si, Haritsa, S.Si, Ebhi, S.Si.** (Thanks for All) n My patner **Nurindarawulan F. Ruri,** (do the best after undergraduate).
7. Saudara-saudaraku Stath n Math'03 **Fia, Mia, Ismi, Wagun, Asrul** dan yang tidak bisa disebutkan satu persatu(Semoga Allah SWT selalu melindungi kita).
8. Ana2 pondokan 2F **K'Uya, Wiwiek, Aya, Ina, K'Ria** (Keep being the family).
9. Senior-seniorku yang tidak dapat disebutkan satu persatu(Thanks for All).

Semoga segala bantuan dan partisipasinya bernilai ibadah dan mendapat pahala yang setimpal di sisi Allah SWT.

Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat kepada semua pihak yang membutuhkan.

Makassar,      Februari 2008

Penulis



## ABSTRAK

Dalam berbagai aplikasi, pengamatan tidak bisa diasumsikan homogen tetapi heterogen. Namun tidak mungkin mengukur semua kovariat yang relevan karena alasan ekonomi. Oleh karena itu, pendekatan *frailty* merupakan konsep model statistika yang bertujuan menghitung heterogenitas yang disebabkan oleh kovariat yang tidak terukur. Penulisan ini membahas tentang penggunaan model *frailty* pada data kelangsungan hidup pasien penderita kanker paru-paru di R.S Dr.Wahidin Sudirohusodo Makassar yang dibagi dalam dua kelompok pengobatan yakni terapi (radioterapi dan kemoterapi) dan tidak terapi (operasi dan obat-obatan). Dari hasil olah data WinBugs 14 diperoleh hasil taksiran  $\beta$  dan  $\sigma$  secara berurutan yaitu -1,126 dan 0.7536. Hasil  $\beta$  yang bernilai negatif berarti jenis pengobatan tidak terapi (operasi dan obat-obatan) kurang efektif dibandingkan jenis pengobatan terapi (radioterapi dan kemoterapi) sedangkan nilai  $\sigma$  yang kecil menunjukkan variasi populasi dalam *frailty* kecil.

Kata kunci : *Model frailty, Model Cox Proportional Hazard, Bayes, Analisis Data Kelangsungan Hidup, Heterogenitas, Homogen, Kovariat, Populasi, Data Kelangsungan Hidup*

## ABSTRACT

In many application, the study of population cannot be assumed to be homogenous but must be considered as a heterogenous sample. It is impossible to measure all relevant covariates that might be unknown or sometimes because of economical reason. Therefore the frailty approach is statistical modelling concept which aims to account for heterogeneity, caused by unmeasured covariates. This paper discusses the use of frailty model in survival data of lung cancer patient in Dr. Wahidin Sudiro Husodo Hospital in Makassar. The patient are divided in two group; therapy and nontherapy. The result show that  $\beta$  and  $\sigma$  values are -1,126 and 0.7536, respectively. The  $\beta$  value is negative that means group nontherapy is less effective than group therapy. The  $\sigma$  value is 0.7536 that means variation population in frailty is small.

**Key words:** *Frailty Model, Cox Proportional Hazard Model, Bayes, Survival Analysis, Heterogeneity, Homogen, Covariate, Population, Survival data.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Batasan Masalah.....	2
D. Tujuan Penulisan.....	2
E. Sistematika Penulisan.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Semiparametrik Survival pada Data yang Univariat .....	4
B. Bayesian Survival Semiparametrik.....	6
C. Model Frailty.....	7
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
A. Lokasi dan Waktu .....	10
B. Populasi dan Sampel.....	10
C. Variabel yang Diamati .....	10
D. Luaran Output .....	11

E. Prosedur Kerja .....	11
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Deskripsi Variabel.....	13
B. Mendeteksi Distribusi yang Mendasari Data.....	15
C. Model Frailty.....	20
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan.....	26
B. Saran.....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>28</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>29</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Data Penyakit Kanker Paru .....	14
<b>Tabel 2.</b> Hasil Taksiran Parameter $\beta$ dan $\sigma$ .....	21
<b>Tabel 3.</b> Hasil Nilai Taksiran Nilai $\lambda_0(t)$ .....	22
<b>Tabel 4.</b> Hasil Nilai Taksiran $b_{\text{positif}}$ .....	23

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	Diagram Alir Prosedur Kerja .....	12
<b>Gambar 1.</b>	Plot Kelangsungan Hidup Pasien yang Tidak Terapi .....	17
<b>Gambar 2.</b>	Plot Kelangsungan Hidup Pasien yang Terapi.....	19
<b>Gambar 3.</b>	Grafik Trace Plot $\beta$ .....	20
<b>Gambar 4.</b>	Grafik Trace Plot $\sigma$ .....	20
<b>Gambar 5.</b>	Grafik Taksiran $\beta$ .....	21
<b>Gambar 6.</b>	Grafik Taksiran $\sigma$ .....	22
<b>Gambar 7.</b>	Grafik Hubungan Antara Iterasi Waktu dengan Taksiran Peluang Kegagalan.....	24



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b>	Data Waktu Kelangsungan Hidup Pasien Terapi dan Tidak Terapi	30
<b>Lampiran 2.</b>	Syntax Program Win Bugs 14 .....	32
<b>Lampiran 3.</b>	Grafik Posterior .....	33
<b>Lampiran 4.</b>	Hasil Taksiran Peluang Kegagalan Pasien Terapi dan Tidak Terapi	36

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Data kelangsungan hidup (*survival data*) adalah data yang menggambarkan waktu terjadinya beberapa kejadian (*time to some event data*). Metode dan model untuk data seperti itu digunakan secara luas dalam berbagai bidang seperti kesehatan, ekonomi, sosial dan industri (Shaban, 2004).

Analisis yang digunakan untuk menganalisis data kelangsungan hidup disebut analisis data kelangsungan hidup. Hal yang membedakan analisis data kelangsungan hidup dengan analisis statistik lain adalah adanya sensor. Sensor adalah variabel indikator dengan kode tertentu yang mengidentifikasi apakah masing-masing waktu menyatakan sebuah pengamatan yang komplit atau gagal (misalnya 0=komplit, 1=gagal). Didalam analisis data kelangsungan hidup terdapat beberapa alternatif model yang dapat digunakan diantaranya model parametrik, model nonparametrik serta model semiparametrik, penelitian ini menggunakan alternatif model semiparametrik dimana dalam pendugaan parameter modelnya digunakan pendekatan bayes.

Dalam berbagai aplikasi, pengamatan populasi tidak bisa diasumsikan homogen tetapi heterogen. Namun tidak mungkin mengukur semua kovariat yang relevan karena alasan ekonomi oleh karena itu pendekatan *frailty* adalah konsep model statistika yang bertujuan menghitung heterogenitas yang disebabkan oleh kovariat yang tidak terukur. Model *frailty* merupakan model yang memasukkan waktu kelangsungan individu kedalam subgroup (*cluster subject*), selain itu model



ini merupakan perluasan dari model *cox proportional hazard* karena model ini mempunyai bentuk yang sama hanya saja pada model *frailty* terdapat penambahan variable acak  $b_{\text{pair}_i}$ . Dengan perkembangan teknologi komputer pendekatan *bayes* untuk model *frailty* dapat dikerjakan (Joseph G Ibrahim, 2001).

## **B. RUMUSAN MASALAH**

Masalah yang akan dijawab dalam penelitian ini adalah bagaimana solusi metode *bayes* semiparametrik dalam penggunaan data kelangsungan hidup univariat dengan model *frailty*.

## **C. BATASAN MASALAH**

Dalam penelitian ini akan digunakan data pasien penderita kanker paru-paru yang telah menjalani terapi di rumah sakit umum Dr. Wahidin Sudiro Husodo Makassar. Dengan data ini akan diterapkan metode *bayes* semiparametrik untuk menaksir parameter-parameter pada model *frailty*.

## **D. TUJUAN PENULISAN**

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah memperoleh taksiran parameter dari model *frailty* menggunakan metode *bayes* semiparametrik.

## **E. SISTEMATIKA PENULISAN**

### **BAB I PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

- B. Rumusan Masalah
- C. Batasan Masalah
- D. Tujuan Penulisan
- E. Sistematika Penulisan

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

- A. Kelangsungan Hidup Semiparametrik (*Semiparametrik Survival*) pada Data Univariat
- B. Kelangsungan Hidup Bayesian Semiparametrik (*Bayesian Survival Semiparametrik*)
- C. Model Frailty

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

## **BAB IV APLIKASI SEMIPARAMETRIK BAYESIAN DENGAN MODEL FRAILTY**

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

- A. Kesimpulan
- B. Saran

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Kelangsungan Hidup Semiparametrik (*Semiparametrik Survival*) Pada Data Univariat

Analisis data kelangsungan hidup (*survival analysis*) merupakan analisis data yang menggambarkan waktu terjadinya suatu kejadian tertentu atau titik akhir suatu kejadian seperti kematian, sembuh dari suatu penyakit atau munculnya kembali gejala suatu penyakit.

Misal  $T$  adalah variabel acak yang menunjukkan waktu terjadinya kejadian tertentu atau waktu kelangsungan hidup (*survival times*) maka  $T$  harus terdefinisi secara jelas permulaan waktu dan titik akhir suatu kejadian dengan lama periode sama dengan  $T$ . Contohnya, waktu diukur antara lahir sampai meninggalnya individu, waktu pengamatan timbulnya suatu gejala penyakit sejak awal sampai meninggalnya seseorang.

Distribusi variabel acak  $T$  dapat digambarkan sebagai berikut:

$$F(t) = P(T < t), t > 0 \dots\dots\dots(2.1)$$

$F(t)$  adalah peluang terpilihnya subjek dari populasi secara acak yang akan meninggal sebelum waktu  $t$ . Jika  $T$  adalah variabel acak kontinu maka  $T$  mempunyai fungsi kepadatan peluang  $f(t)$  dalam hubungannya dengan  $F(t)$  yaitu :

$$f(t) = \frac{dF(t)}{d(t)} \text{ , } F(t) = \int_0^t f(u)du \dots\dots\dots(2.2)$$

Dalam aplikasi biomedik variabel  $T$  biasanya menggunakan fungsi kelangsungan hidup (*survival function*) sebagai berikut :

$$S(t) = P(T > t) = 1 - F(t) \dots\dots\dots(2.3)$$

$S(t)$  adalah fungsi kelangsungan hidup yang menyatakan peluang terpilihnya secara acak individu yang akan bertahan sampai waktu ke  $t$  (Borovkova, 2002).

Fungsi kelangsungan hidup  $S(t)$  adalah fungsi monoton turun dengan  $S(0) = 1$  dan

$$S_{\infty} = \lim_{t \rightarrow \infty} S(t) = 0$$

Distribusi variabel  $T$  juga dapat digambarkan melalui fungsi resiko (*hazard function*):

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow \infty} \frac{1}{\Delta t} \frac{P(t < T \leq t + \Delta t)}{P(T > t)} = \lim_{\Delta t \rightarrow \infty} \frac{P(t < T \leq t + \Delta t | T > t)}{\Delta t} = \frac{f(t)}{S(t)} \dots\dots\dots(2.4)$$

$h(t)$  adalah ukuran kegagalan (*instantaneous rate*) pada waktu  $t$  diberikan oleh individu yang masih hidup sampai waktu ke  $t$ .

Data univariat adalah data kejadian yang diamati sebanyak satu kali seperti kematian atau kerusakan mesin. Pendekatan semiparametrik yang populer untuk menganalisis data univariat survival adalah model resiko proporsional Cox (*Cox Proportional Hazard*). Jika  $T$  adalah variabel acak yang menunjukkan waktu kelangsungan hidup maka model *Cox Proportional Hazard* dapat dituliskan :

$$h(t|x) = h_0(t) \exp(\beta x) \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana  $h_0(t)$  disebut *baseline hazard function* dan  $\beta$  adalah vektor koefisien regresi.  $\beta$  diasumsikan konstan sepanjang waktu  $t$  (Ibrahim, 2001).

**B. Kelangsungan Hidup Bayesian Semiparametrik (*Bayesian Survival Semiparametrik*)**

Analisis *bayes* memberikan kesimpulan mengenai parameter populasi dengan mengkombinasikan informasi data (via likelihood) dengan informasi prior. (Gerlach.R, 2003)

Misal subjek  $i = 1, 2, \dots, n$ , jumlah kegagalan yang terjadi sepanjang waktu  $t$  adalah  $N_i(t)$ , peluang subjek  $i$  mengalami kegagalan dalam interval  $[t, t+dt)$  diberikan oleh:

$$I_i(t)dt = E(dN_i(t)|F_{t-}) \dots \dots \dots (2.6)$$

dimana  $dt \rightarrow 0$  dan  $dN_i(t)$  adalah kenaikan (laju)  $N_i(t)$  sepanjang interval waktu kecil  $[t, t+dt)$ ,  $F_{t-}$  mewakili data yang tersedia sebelum waktu  $t$ . Jika subjek  $i$  yang diamati gagal selama interval waktu ini,  $dN_i(t)$  bernilai 1 dan sebaliknya bernilai 0. Karena  $dt \rightarrow 0$  maka peluang ini menjadi resiko pada waktu  $t$  untuk subjek ke-  $i$ .

Hal ini diasumsikan mempunyai bentuk *proportional hazard* sebagai berikut:

$$I_i(t) = Y_i(t)\lambda_0(t)\exp(\beta'z_i) \dots \dots \dots (2.7)$$

dimana  $Y_i(t)$  adalah proses pengamatan yang bernilai 1 jika subjek ke-  $i$  diamati pada waktu  $t$  dan bernilai 0 jika sebaliknya dan  $\lambda_0(t)\exp(\beta'z_i)$  adalah model Cox dimana  $\lambda_0(t)$  adalah fungsi *baseline hazard* yang tidak diketahui dan  $\beta'$  adalah vektor koefisien regresi sedangkan  $z_i$  adalah vektor kovariat (Andrew, 1999). Data pengamatan dapat dinyatakan sebagai  $D = \{N_i(t), Y_i(t), z_i; i = 1, 2, \dots, n\}$  dan parameter yang tidak diketahui  $\beta$  dan  $\Lambda_0(t) = \int_0^t \lambda_0(u)du$ , gabungan distribusi posterior untuk model (2.7) dapat diberikan sebagai berikut:

$$P(\beta, \Lambda_0 | D) \propto P(D | \beta, \Lambda_0) P(\beta) P(\Lambda_0) \dots\dots\dots(2.8)$$

dari bentuk persamaan (2.8),  $P(D | \beta, \Lambda_0)$  adalah likelihood data yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P(D | \beta, \Lambda_0) = \prod_{i=1}^n [\prod_{t \geq 0} I_i(t)^{dN_i(t)} \exp(-\int_{t \geq 0} I_i(t) dt)] \dots\dots\dots(2.9)$$

pada persamaan (2.9) jika  $dN_i(t)$  dalam interval  $[t, t+dt)$  adalah variabel acak poisson saling bebas dengan rata-rata  $I_i(t)dt$ :

$$dN_i(t) \sim \text{Poisson}(I_i(t)dt) \dots\dots\dots(2.10)$$

maka dapat dituliskan :

$$I_i(t)dt = Y_i(t) \exp(\beta' z_i) d\Lambda_0(t) \dots\dots\dots(2.11)$$

dimana  $d\Lambda_0(t) = \lambda_0(t)dt$  laju integrasi fungsi *baseline hazard* yang terjadi selama interval waktu  $[t, t+dt)$  sedangkan distribusi prior untuk koefisien regresi  $\beta$  dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\beta \sim \text{Normal}(0, 10^{-5}) \dots\dots\dots(2.12)$$

### C. Model Frailty

Vaupel tahun 1979 telah memperkenalkan model *frailty* dalam analisis kelangsungan hidup untuk menghitung heterogenitas dalam populasi. Dalam hal ini setiap individu memiliki *frailty* yang berbeda, pasien yang memiliki *frailty* lebih besar akan meninggal lebih dahulu dibandingkan dengan pasien yang lain.

Model *frailty* merupakan model yang memasukkan waktu kelangsungan hidup individu kedalam subgroup (*cluster subject*). Model ini merupakan perluasan dari model *Cox* dimana resiko (*hazard*) pada setiap individu bergantung pada

tambahan variabel acak yang tidak terobservasi dalam hal ini  $b_{pair_i}$  (Andreas Wienke, 2003).

$$I_i(t) dt = Y_i(t) \exp(\beta' z_i + b_{pair_i}) d\Lambda_0(t), i = 1, \dots, 50; \quad pair_i = 1, \dots, 25 \dots (2.13)$$

$$b_{pair_i} \sim \text{Normal}(0, \sigma) \dots \dots \dots (2.14)$$

diasumsikan  $\sigma$  adalah prior gamma konstan (Andrew, 1999).

*Gibb sampler* pertama kali dikemukakan oleh Geman dan Geman pada tahun 1984, *Gibb sampler* adalah *transisi kernel* (proses transisi yang mendefinisikan bahwa nilai peluang bergerak dari satu nilai ke nilai lain dalam ruang state) yang dibuat oleh serangkaian distribusi bersyarat penuh dimana *Markovian* (sifat markov dimana jika state yang akan datang pada distribusi peluang bersyarat diberikan oleh state yang sekarang dan semua state sebelumnya maka state yang akan datang hanya bergantung pada state yang sekarang dan bukan pada state sebelumnya) *mengupdate* bentuk berdasarkan statemen peluang bersyarat. Misal  $\beta = \theta$  adalah vektor koefisien yang akan diduga, himpunan distribusi bersyarat penuh untuk  $\theta$  dinotasikan dengan  $\Theta$  dan didefinisikan sebagai  $\pi(\theta) = \pi(\theta_i | \theta_{-i})$  untuk  $i = 1, \dots, k$ , dimana notasi  $\theta_{-i}$  mengindikasikan bentuk parametrik dari  $\Theta$  tanpa koefisien  $\theta_i$ . Metode *Gibb Sampler* diberikan sebagai berikut:

1. Pilih nilai awal  $\theta^0 = [\theta_1^{(0)}, \theta_2^{(0)}, \dots, \theta_k^{(0)}]$
2. Pada urutan ke- $j$  dimulai dengan  $j = 1$ , lengkapi satu putaran (*single cycle*) dengan mengambil nilai dari distribusi  $k$  yang diberikan sebagai berikut:

$$\theta_1^{[j]} \sim \pi(\theta_1 | \theta_2^{[j-1]}, \theta_3^{[j-1]}, \dots, \theta_{k-1}^{[j-1]}, \theta_k^{[j-1]})$$

$$\theta_2^{[j]} \sim \pi(\theta_2 | \theta_1^{[j]}, \theta_3^{[j-1]}, \dots, \theta_{k-1}^{[j-1]}, \theta_k^{[j-1]})$$

$$\theta_3^{[j]} \sim \pi(\theta_3 | \theta_1^{[j]}, \theta_2^{[j]}, \dots, \theta_{k-1}^{[j-1]}, \theta_k^{[j-1]})$$

.

.

.

$$\theta_{k-1}^{[j]} \sim \pi(\theta_{k-1} | \theta_1^{[j]}, \theta_2^{[j]}, \theta_3^{[j]}, \dots, \theta_{k-1}^{[j-1]}, \theta_k^{[j-1]})$$

$$\theta_k^{[j]} \sim \pi(\theta_k | \theta_1^{[j]}, \theta_2^{[j]}, \theta_3^{[j]}, \dots, \theta_{k-1}^{[j]})$$

3. Tambah nilai  $j$  dan ulang hingga mencapai konvergen.

Setelah mencapai konvergen maka parameter dugaan  $\beta = \theta$  digunakan untuk menghitung posterior dengan terlebih dahulu menghitung prior dan likelihoodnya (Jeff Gill, 2002).



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **I. Lokasi dan Waktu**

Penelitian ini akan dilaksanakan di Rumah Sakit Umum Dr. Wahidin Sudiro Husodo yang merupakan rumah sakit umum regional di Makassar. Waktu penelitian dilaksanakan pada Januari 2008 sampai Pebruari 2008.

#### **II. Populasi dan Sampel**

1. Populasi penelitian ini adalah semua pasien penderita kanker paru-paru yang pernah atau sedang menjalani rawat inap di Rumah Sakit Dr. Wahidin Sudiro Husodo.
2. Sampel yang terpilih adalah data pasien penderita kanker paru-paru yang menjalani terapi pengobatan yang diambil secara acak dan terhitung selama 5 tahun yaitu 1 Januari 2001 – 31 Desember 2005.

#### **III. Variabel yang akan diamati**

Adapun variabel yang akan diamati adalah lama perawatan dan jenis pengobatan.

- Waktu kelangsungan hidup pasien (*t*)

Waktu yang diukur pada saat pasien masuk sampai keluar rumah sakit. Atau lamanya pasien dirawat di rumah sakit.

- Jenis pengobatan ( $z$ )

Jenis pengobatan pasien dibagi kedalam dua kelompok yaitu jenis pengobatan terapi dan tidak terapi. Jenis pengobatan terapi terbagi menjadi radioterapi dan kemoterapi sedangkan jenis pengobatan tidak terapi terdiri dari operasi dan obat-obatan.

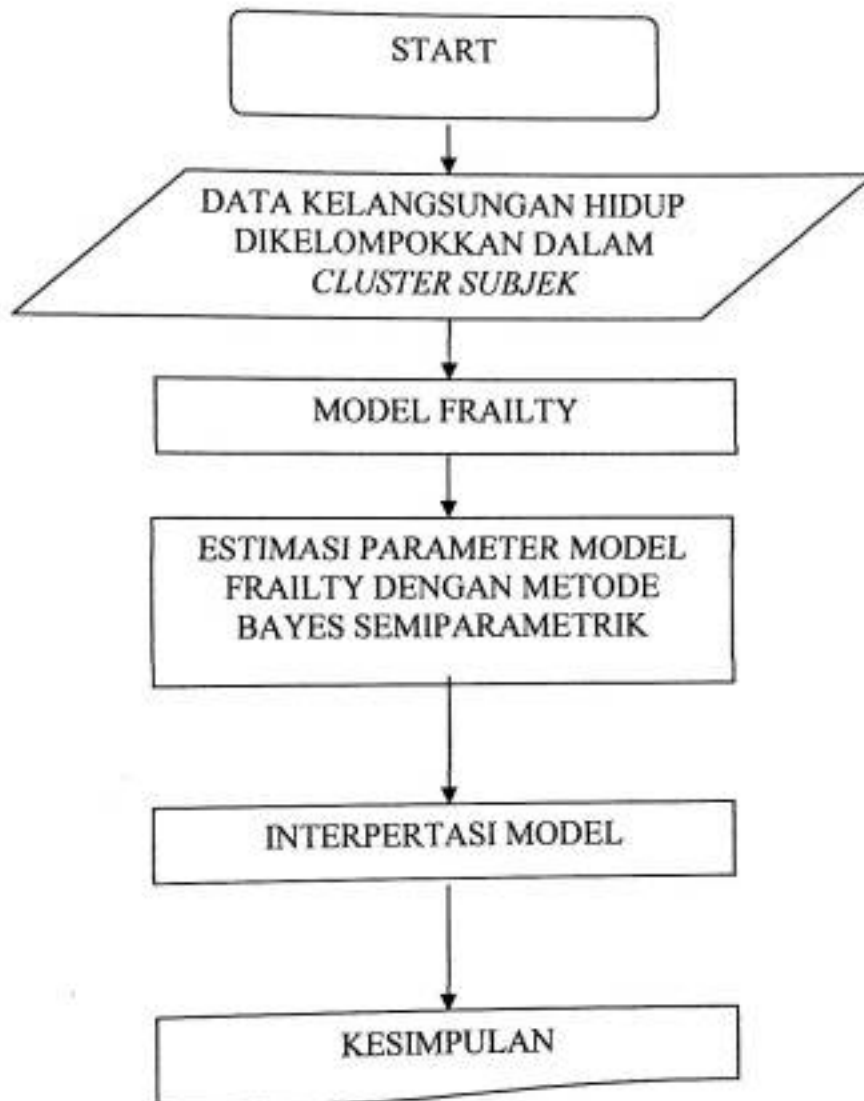
#### IV. Luaran output

Secara khusus penelitian ini diharapkan menghasilkan output berupa taksiran parameter yang dapat menggambarkan terapi perawatan yang signifikan terhadap waktu kelangsungan hidup pasien yang menderita kanker paru-paru. Hasil ini diharapkan menjadi acuan bagi pihak rumah sakit untuk merancang kebijakan yang bersesuaian dalam rangka memberikan pelayanan yang optimal kepada masyarakat.

#### V. Prosedur kerja

Prosedur kerja yang dilakukan berdasarkan data yang ada akan dikelompokkan untuk menentukan posterior dengan membentuk data kedalam model *frailty* kemudian posterior (koefisien model) diduga dengan metode *Gibb Sampler*.

Untuk lebih jelasnya prosedur kerja yang dilakukan dalam penelitian ini diberikan secara ringkas pada bagan berikut:



## BAB IV

### APLIKASI BAYESIAN SEMIPARAMETRIK DENGAN MODEL FRAILTY

#### A. Deskripsi Variabel

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yakni data pasien penderita kanker paru-paru (*lung cancer*) sejak tanggal 1 Januari 2001 sampai dengan 31 Desember 2005 di Rumah Sakit Dr. Wahidin Sudiro Husodo Makassar yang merupakan rumah sakit umum regional di Makassar. Jumlah sampel yang diambil sebanyak 77 pasien namun hanya 50 pasien yang diambil. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan *purposive sampling*. Dalam penelitian ini pasien dibagi dalam dua kelompok dengan jumlah pasien yang sama berdasarkan jenis pengobatannya yakni jenis pengobatan terapi (radioterapi dan kemoterapi) dan tidak terapi (operasi dan obat-obatan), selanjutnya pasien dipasangkan berdasarkan urutan waktu kedatangan pasien. Pasien yang datang pertama pada pengobatan terapi (radioterapi dan kemoterapi) dipasangkan dengan pasien yang datang pertama untuk pengobatan tidak terapi (operasi dan obat-obatan).

Dari Tabel 1, tampak data berpasangan antara pasien yang tidak terapi dan pasien terapi. Terdapat 25 data berpasangan yang terdiri dari 25 pasien yang tidak terapi dan 25 pasien yang diterapi. Variabel  $t$ (hari) menunjukkan lama perawatan pasien di rumah sakit Dr. Wahidin Sudiro Husodo yang diamati sebagai waktu kelangsungan hidup, sesuai dengan informasi yang didapatkan dari bagian rekam

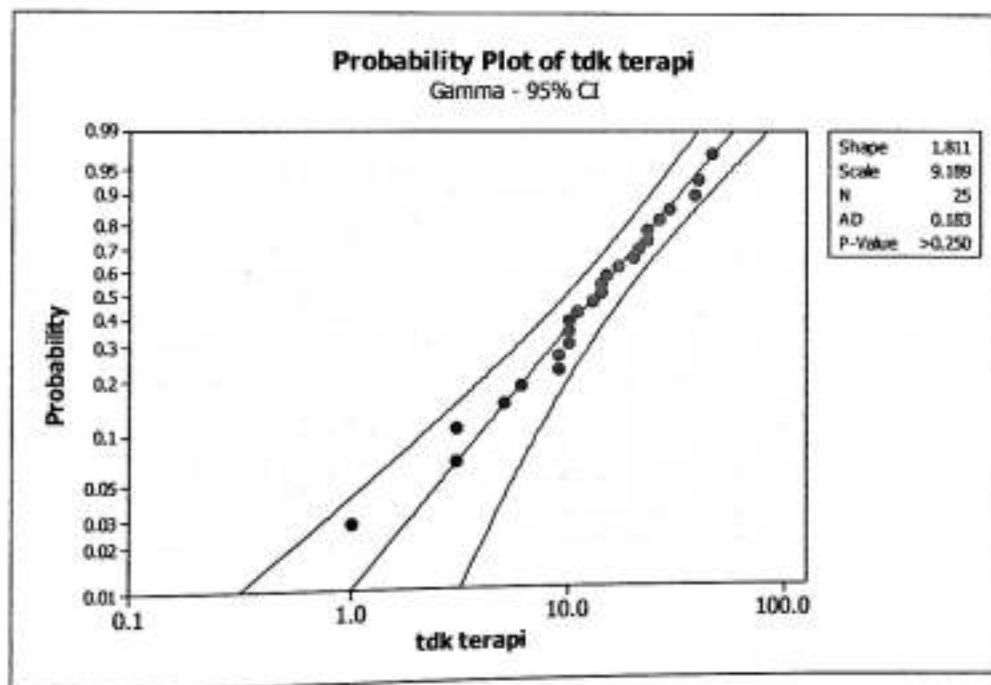
medik rumah sakit tersebut. Variabel sensor yang digunakan adalah kondisi pasien di akhir penelitian dimana angka 0 menunjukkan status pasien masih hidup, sembuh atau pulang paksa sedangkan 1 menunjukkan pasien yang gagal atau meninggal.

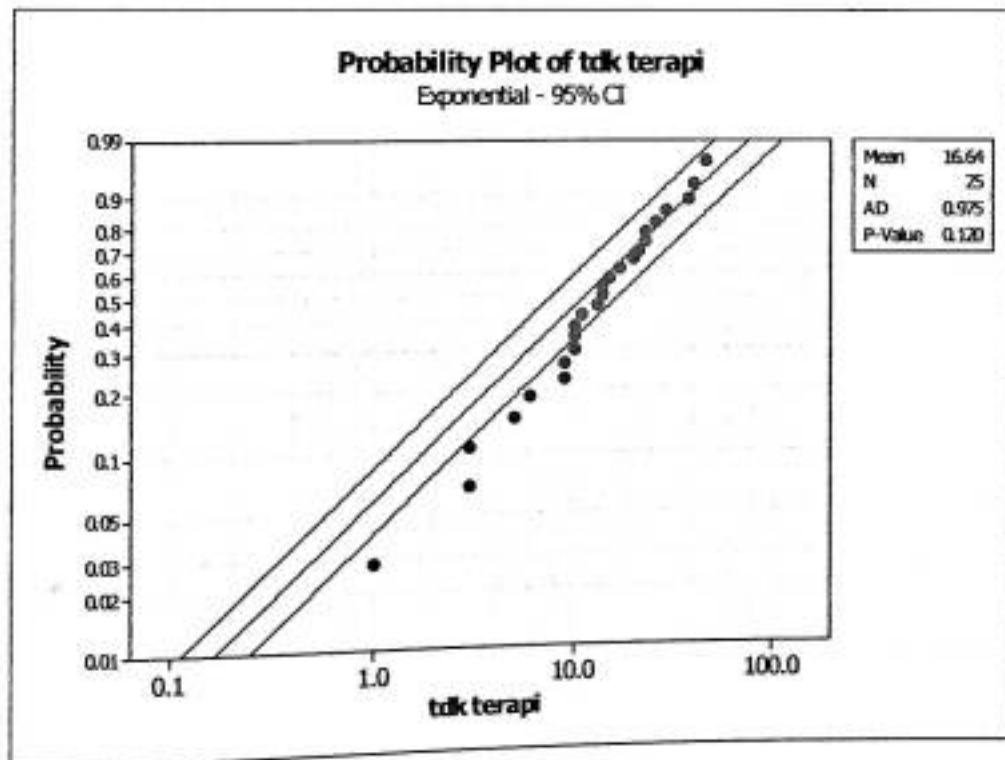
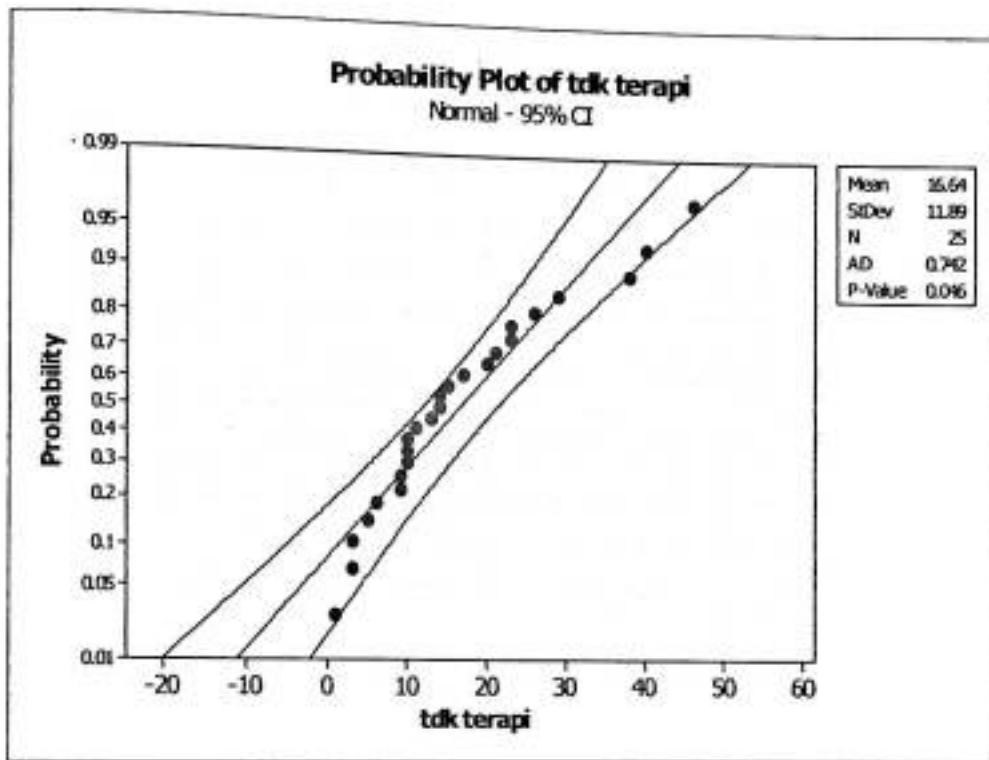
**Tabel 1.** Data Waktu Kelangsungan Hidup Pasien Kanker Paru-Paru

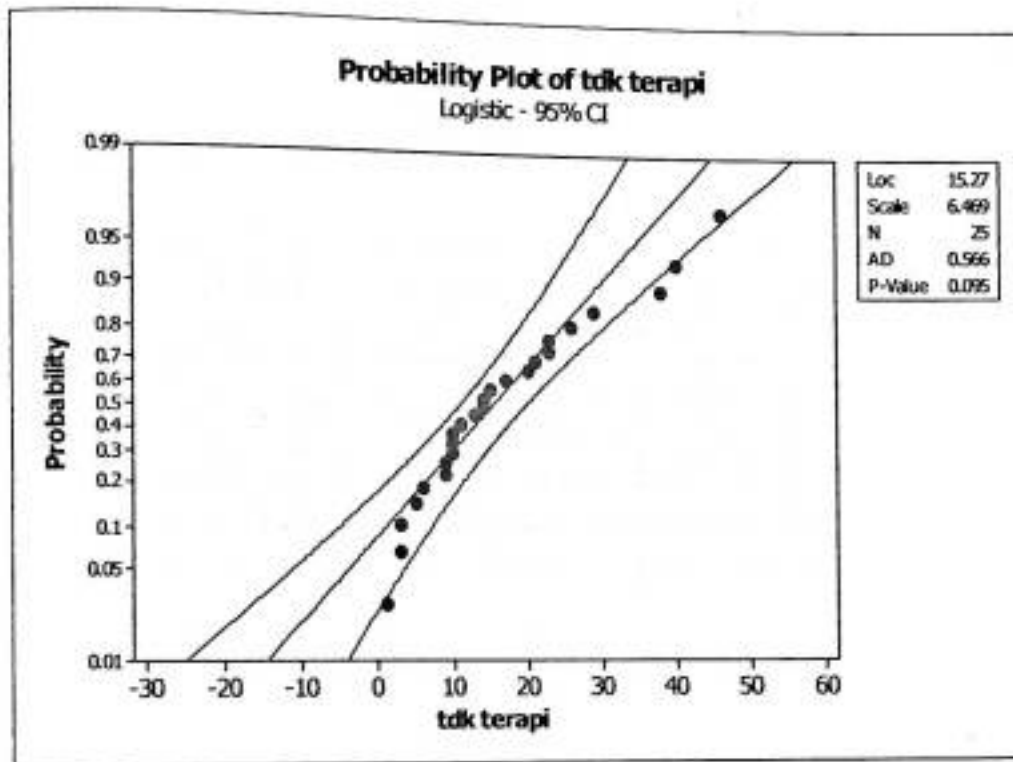
Tidak Terapi (operasi dan obat-obatan)		Terapi (radioterapi dan kemoterapi)	
t (hari)	sensor	t (hari)	sensor
11	1	19	0
26	1	6	0
5	0	33	0
6	1	5	0
3	0	24	1
10	1	65	0
13	0	13	0
3	0	11	0
9	0	16	0
10	0	89	0
14	0	35	1
9	0	8	0
23	0	15	1
15	0	6	0
38	1	15	0
17	0	10	0
40	0	5	0
20	0	16	0
23	0	1	0
14	1	22	0
46	1	19	0
21	0	5	0
10	0	3	0
29	0	16	0
1	0	48	0

## B. Mendeteksi Distribusi yang Mendasari Data

Pendeteksian distribusi yang mendasari data sangat penting dalam analisis data kelangsungan hidup. Pendeteksian ini berguna untuk melihat ketepatan distribusi dengan data dan mencocokkan data dengan asumsi yang didapat dari informasi awal atau prior. Penentuan distribusi yang mendasari data dapat ditunjukkan dari bentuk plot atau nilai Anderson-Darling dari masing-masing distribusi. Plot yang berada dalam garis *fitted line* dan nilai Anderson-Darling yang kecil menunjukkan distribusi yang mendasari data.



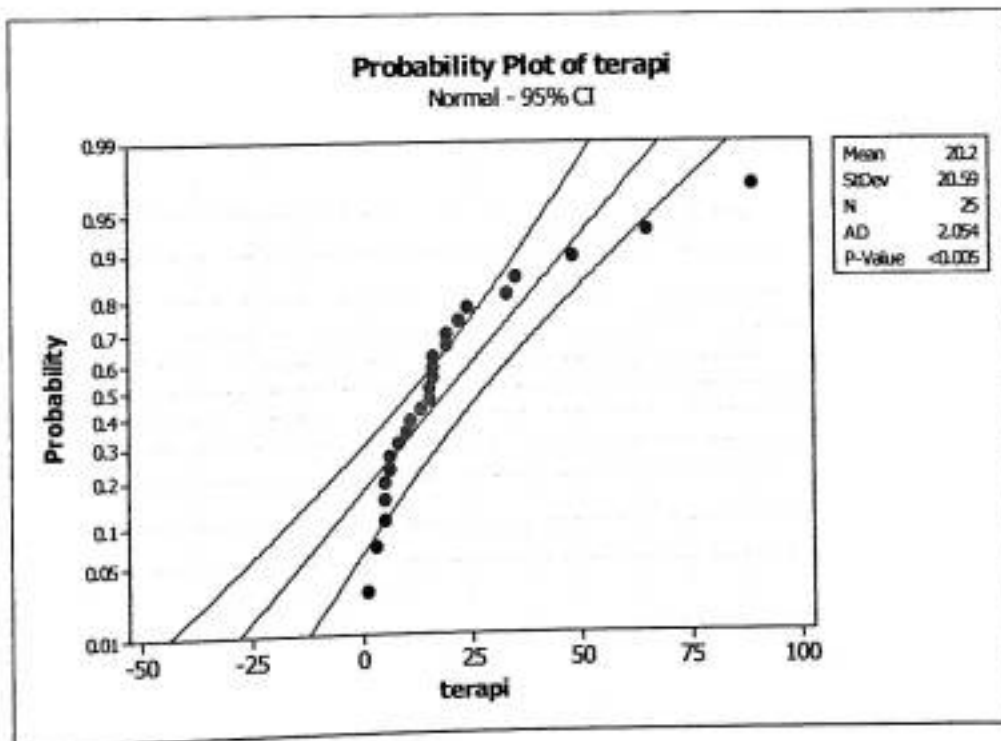
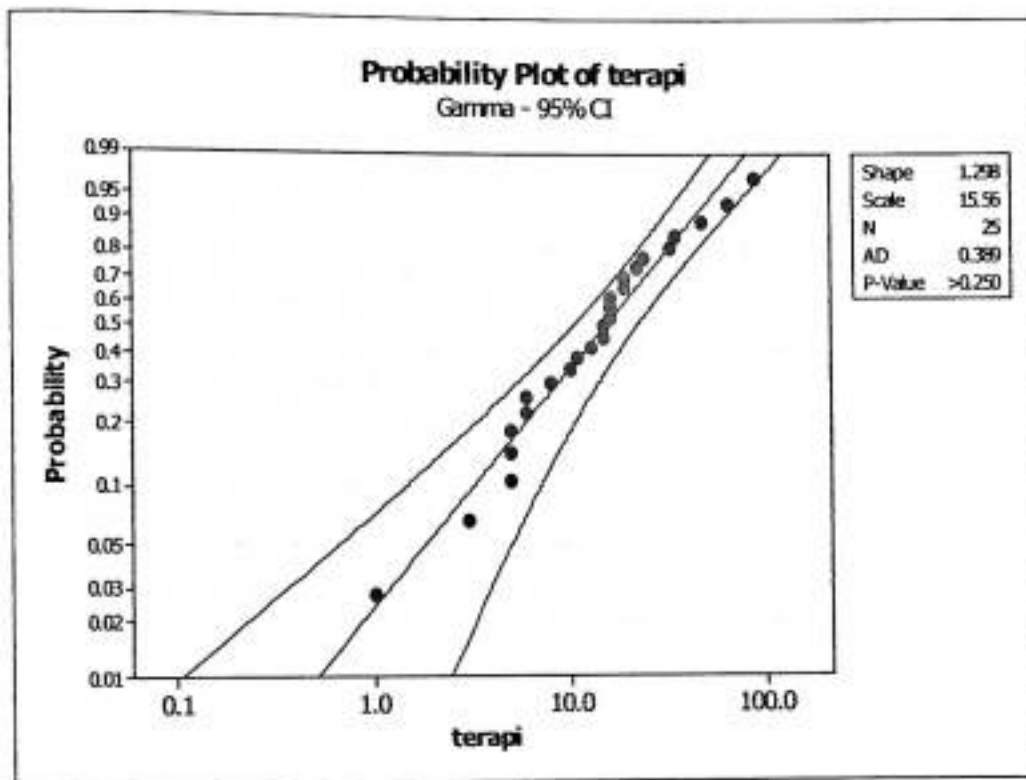


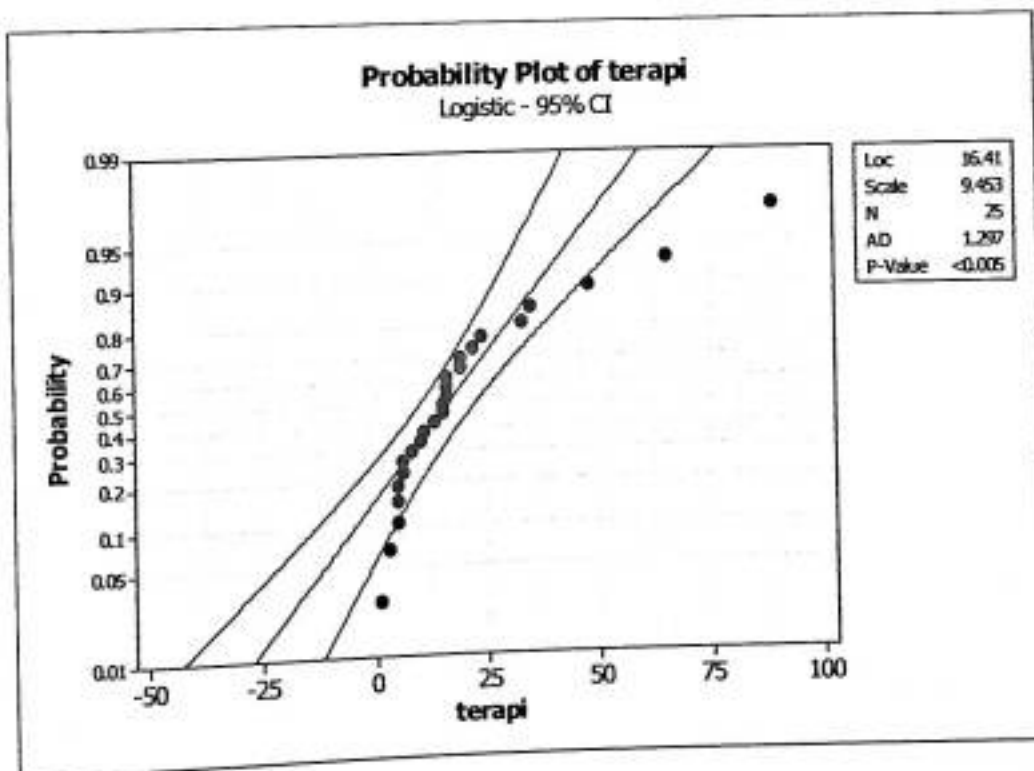
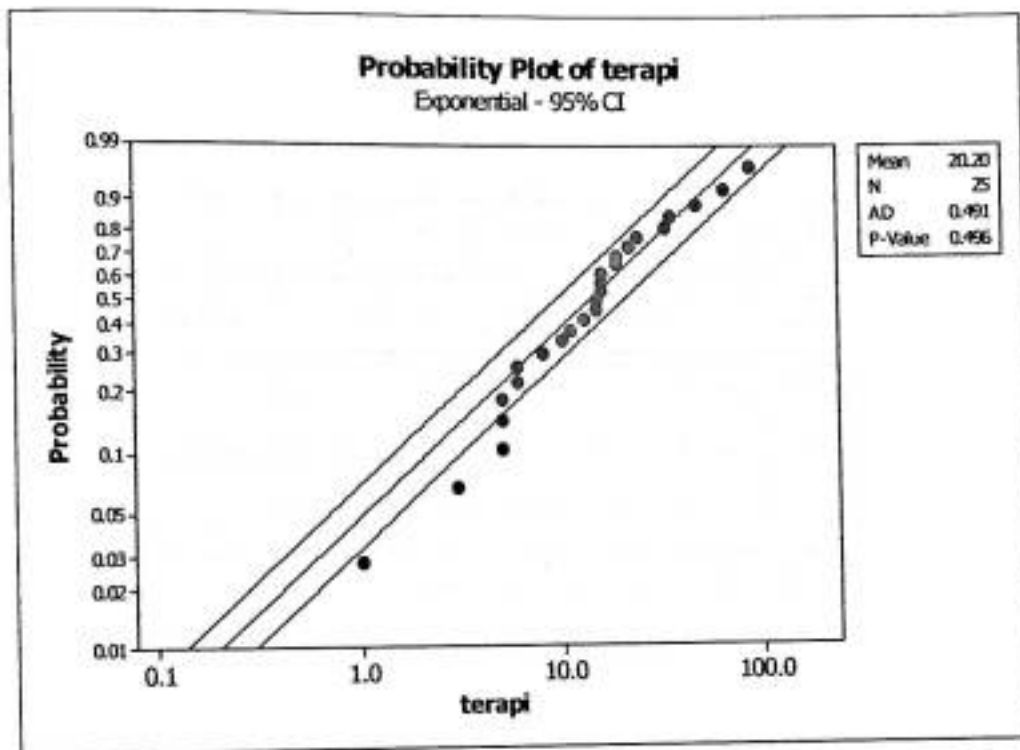


**Gambar 1.** Plot distribusi waktu kelangsungan hidup pasien yang tidak terapi

Dari hasil plot data seperti pada gambar 1 diatas menunjukkan bahwa plot data yang semuanya berada pada *fitted line* adalah distribusi gamma dengan nilai Anderson-Darling yang paling kecil yaitu 0.183. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi yang mendasari data waktu kelangsungan hidup pasien kanker paru-paru yang diberi jenis pengobatan tidak terapi (operasi dan obat-obatan) adalah gamma. Selanjutnya akan dilihat distribusi yang mendasari data waktu kelangsungan hidup pasien yang diberi jenis pengobatan terapi (radioterapi dan kemoterapi).





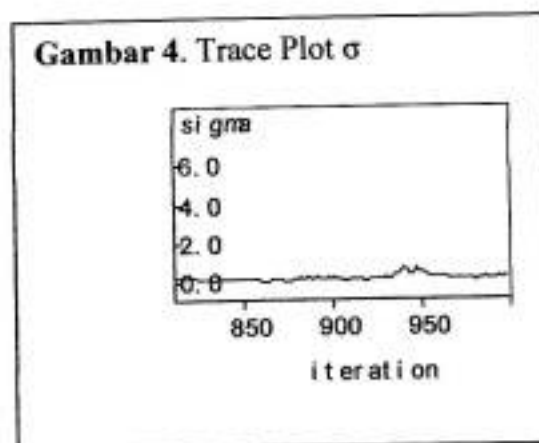
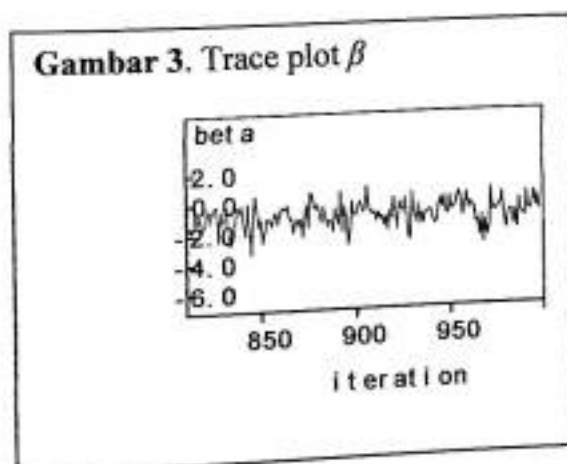


**Gambar 2.** Plot distribusi waktu kelangsungan hidup pasien yang diterapi

Dari hasil plot data pada gambar 2 diatas menunjukkan bahwa plot data yang semuanya berada pada *fitted line* adalah distribusi gamma dengan nilai Anderson-Darling yang paling kecil yaitu 0.389. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi yang mendasari data waktu kelangsungan hidup pasien kanker paru-paru yang diberi jenis pengobatan terapi (radioterapi dan kemoterapi) adalah gamma.

### C. Model Frailty

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan bantuan paket program WINBUGS versi 1.4.3. Untuk mendapatkan hasil taksiran parameter model  $\beta$  dan  $\sigma$  maka terlebih dahulu dilakukan *update* data dan informasi awal sebagai prior *noninformative* yang diketahui. Pendugaan parameter dalam model frailty tidak dapat dilakukan secara analitik tapi dapat dilakukan dengan menggunakan *gibb sampler*, berikut hasil *trace plot* update dari  $\beta$  dan  $\sigma$  menggunakan *gibb sampler* :

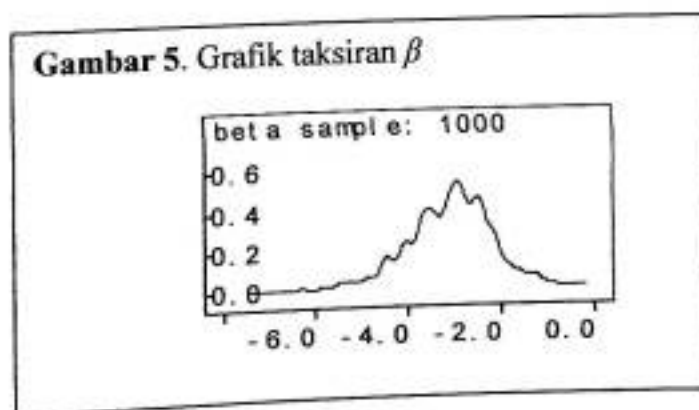


Gambar 1 dan gambar 2 menunjukkan plot nilai parameter  $\beta$  dan  $\sigma$  secara berurutan yang diiterasi sebanyak 1000, tampak bahwa plot nilai  $\beta$  dan  $\sigma$  tidak menunjukkan adanya *trend* sehingga dapat dikatakan nilai  $\beta$  dan  $\sigma$  sudah konvergen. Dari hasil iterasi diatas akan diperoleh nilai taksiran parameter sebagai berikut:

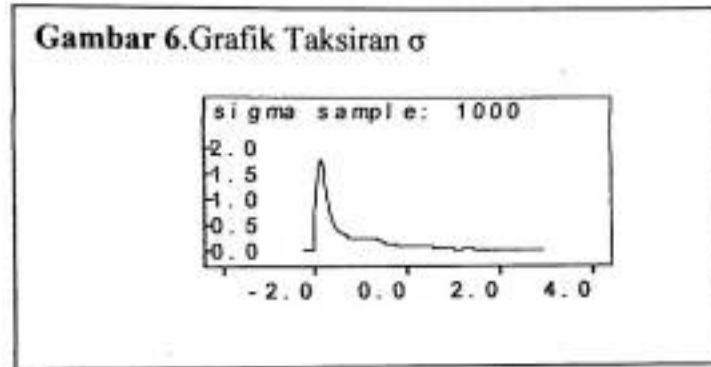
**Tabel 2.** Hasil Taksiran Parameter  $\beta$  dan  $\sigma$

node	mean	$d_{0.025}$	median	$d_{97.5}$
beta	-1.126	-3.168	-1.02	0.5654
sigma	0.7536	0.04636	0.3425	3.375

Berdasarkan tabel 2, terlihat nilai  $\beta$  bernilai negatif pada interval (-3.168, 0.5654), sehingga kepadatan distribusi posterior untuk  $\beta$  lebih cenderung ke sebelah kiri 0 yang berarti jenis pengobatan tidak terapi (operasi dan obat-obatan), kurang efektif dibandingkan jenis pengobatan terapi. Hal ini juga dapat dilihat pada grafik berikut:



Nilai  $\sigma$  sebesar 0.7536 berada dalam interval (0.04636, 3.375) hal ini menunjukkan variasi populasi dalam *frailty* kecil. Hal ini tampak pada gambar berikut:



Selanjutnya akan dilihat nilai taksiran *baseline fungsi hazard*  $\lambda_0(t)$  dan *frailty* tiap pasangan  $b_{pair}$  yang merupakan variabel dalam model *frailty* pada tabel 3 dan tabel 4 berikut ini:

**Tabel 3. Hasil Nilai Taksiran  $\lambda_0(t)$**

node	mean	$d_{0.025}$	median	$d_{97.5}$
dL0[1]	0.01607	6.71E-05	0.009327	0.07346
dL0[2]	0.01836	3.51E-04	0.01094	0.07642
dL0[3]	0.02202	3.10E-04	0.01289	0.09264
dL0[4]	0.02583	4.20E-04	0.01625	0.102
dL0[5]	0.0297	4.98E-04	0.01893	0.1183
dL0[6]	0.06873	0.00139	0.0437	0.2754
dL0[7]	0.0771	0.001806	0.04829	0.3074
dL0[8]	0.136	0.003489	0.08729	0.5179
dL0[9]	0.1421	0.002784	0.09271	0.5325

**Tabel 4.** Hasil Nilai Taksiran  $b_{pair}$

node	mean	$d_{0.025}$	median	$d_{97.5}$
b[1]	-0.2601	-2.876	-0.04907	1.183
b[2]	0.5948	-0.5906	0.1043	3.778
b[3]	-0.00764	-2.009	-0.00374	2.373
b[4]	-0.163	-3.143	-0.02085	1.76
b[5]	0.8975	-0.4989	0.1341	6.674
b[6]	-0.1041	-2.484	-0.01626	1.952
b[7]	-0.04622	-2.798	-0.00178	2.101
b[8]	0.2992	-1.068	0.06326	2.436
b[9]	-0.2734	-3.123	-0.04939	1.351
b[10]	-0.07677	-3.144	-2.88E-05	2.129
b[11]	0.4889	-0.6619	0.08589	3.599
b[12]	-0.163	-2.968	-0.01993	1.927
b[13]	0.3035	-0.8336	0.05096	2.596
b[14]	0.4369	-0.7904	0.0944	3.139
b[15]	-0.2665	-3.24	-0.02768	1.364
b[16]	-0.2367	-3.115	-0.03503	1.409
b[17]	-0.2347	-3.1	-0.03533	1.35
b[18]	-0.1402	-2.774	-0.00549	1.558
b[19]	0.3451	-0.8058	0.09024	2.907
b[20]	-0.1736	-2.903	-0.01978	1.492
b[21]	0.2144	-1.047	0.05449	2.328
b[22]	-0.3552	-3.305	-0.06566	0.9743
b[23]	-0.04842	-1.435	-0.00201	1.41
b[24]	-0.4381	-3.381	-0.07989	0.6791
b[25]	-0.5536	-4.149	-0.1115	0.6307

Dari tabel 4. diatas tampak nilai-nilai *frailty* setiap pasangan ( $b_{pair}$ ). Semakin besar ( $b_{pair}$ ) menunjukkan semakin besar pula resiko gagal atau meninggalnya pasien. Jika hasil taksiran nilai parameter diatas disubstitusi kedalam model maka akan dihasilkan model frailty sebagai berikut:

$$I_1(t)dt = Y_1(t) \exp(-1.126z_1 + b_{pair_1}) d\Lambda_0(t),$$

$$I_2(t)dt = Y_2(t) \exp(-1.126z_{11} + (-1.126z_{12}) + b_{pair_2}) d\Lambda_0(t)$$

$$I_2(t)dt = Y_2(t)\exp(-1.126z_{21} + (-1.126z_{22}) + b_{par_{2t}})d\Lambda_0(t)$$

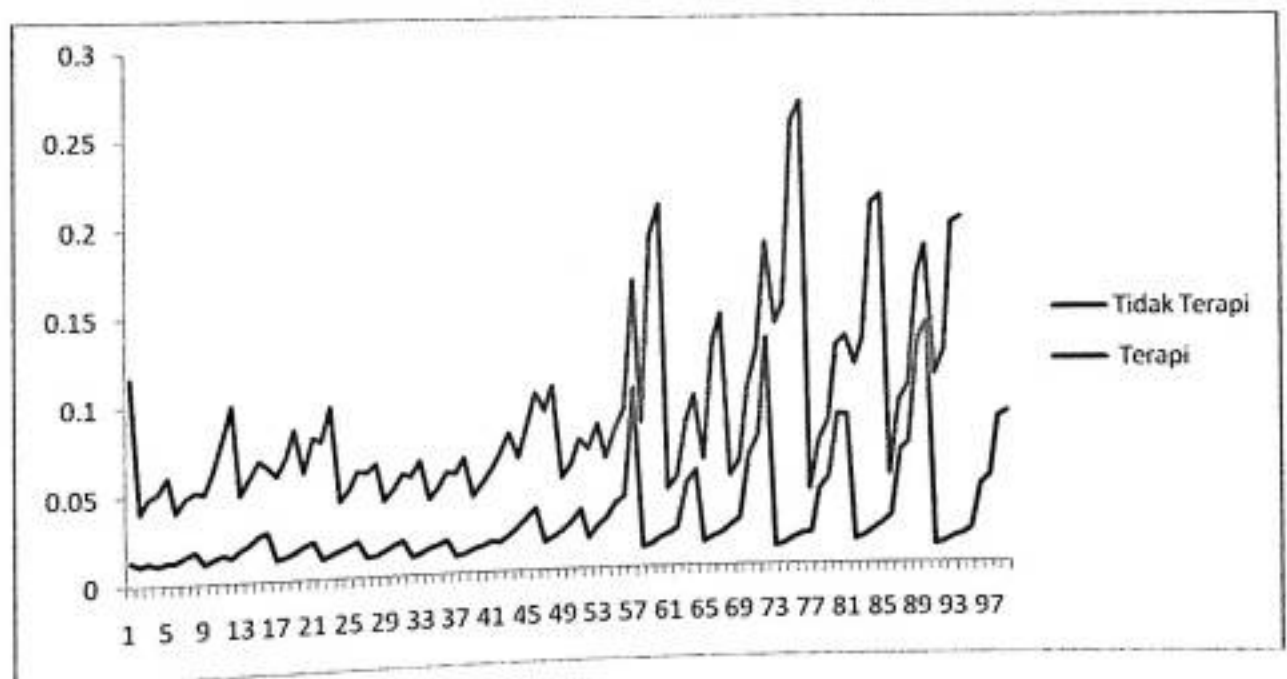
...

$$I_{50}(t)dt = Y_{50}(t)\exp(-1.126z_{501} + (-1.126z_{502}) + b_{par_{50t}})d\Lambda_0(t)$$

$$i = 1, 2, \dots, 50 \quad b_{par} = 1, 2, \dots, 25$$

$Y_i$  = sensor,  $z_i$  = vektor kovariat

Berdasarkan model diatas dapat dinyatakan bahwa peluang kegagalan pasien dalam interval waktu yang singkat tidak hanya dipengaruhi oleh kovariat (jenis pengobatan) tetapi dipengaruhi juga oleh heterogenitas. Untuk melihat pengaruh dari jenis pengobatan terapi dan tidak terapi maka diberikan grafik taksiran peluang kegagalan dari pasien yang terapi dan tidak terapi.



**Gambar 7.** Grafik hubungan antara iterasi waktu dengan taksiran peluang kegagalan

Grafik diatas menunjukkan bahwa peluang kegagalan dari pasien yang tidak terapi lebih besar dibandingkan pasien yang terapi dengan memperhitungkan heterogenitas pasien.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* dalam pengambilan data, sebelum mengolah data maka hal yang pertama dilakukan adalah mengelompokkan data berdasarkan jenis pengobatannya kemudian memasang data tersebut Pendeteksian awal distribusi yang mendasari data juga dilakukan untuk mencocokkan data dengan asumsi yang ada pada model. Setelah itu, data tersebut *diupdate* untuk mendapatkan hasil taksiran sebagai berikut:

- a. Dari hasil olah data menggunakan software WIN BUGS 14 diperoleh nilai pendugaan parameter  $\beta$  sebesar -1.126 bernilai negatif pada interval (-3.168, 0.5654), sehingga kepadatan distribusi posterior untuk  $\beta$  lebih cenderung ke sebelah kiri 0 yang berarti bahwa jenis pengobatan tidak terapi (operasi dan obat-obatan) kurang efektif dibandingkan jenis pengobatan yang diterapi (radioterapi dan kemoterapi) sedangkan nilai  $\sigma$  sebesar 0.7536 berada dalam interval (0.04636, 3.375) hal ini menunjukkan variasi populasi dalam *frailty* kecil.
- b. Model *frailty* yang dihasilkan setelah mensubstitusi parameter yang ditaksir yaitu  $I_i(t)dt = Y_i(t)\exp(-1.126z_i + b_{\text{per}_i})d\Lambda_0(t)$ , dari model tersebut dapat dinyatakan bahwa peluang kegagalan pasien dalam interval waktu

yang singkat tidak hanya dipengaruhi oleh kovariat (jenis pengobatan) tetapi dipengaruhi juga oleh heterogenitas.

## **B. Saran**

Penulis berharap pada kajian selanjutnya perlu juga dibahas analisis kelangsungan hidup dengan menggunakan model conditional frailty.

## DAFTAR PUSTAKA

- Borovkova, Svetlana. 2002. *Analysis of Survival Data*. Technische Universiteit Deift.
- Shaban, A. and Ayman, M. 2004. *Shared Frailty Survival Analysis Using Semiparametric Bayesian Method*. Department of mathematical statistic, Institute of statistical studies and research. [www.google.co.id](http://www.google.co.id) [29 Mei 2007]
- Sinha, D and Dey , D.K. 1997. *Semiparametric Bayesian Analysis Of Survival Data*. Journal Of The American Statistical Association, J.Stor.
- Ibrahim, J., Chen, M and Sinha, D. 2001. *Bayesian Survival Analysis*. Springer Verlag, New York.
- Wienke, A. 2003. *Frailty Model*. Max Planck Institute for Demographic Research. <http://www.demogr.mpg.de> [02 Oktober 2007]
- Gerlach, R. 2003. *Bayesian Statistics*. The University Of New Castle, Australia.
- Long, E Andrew. 1999. *Survival Analysis Using Cox Regresion*. EDT <http://www.wikipedia.org> [10 Oktober 2007]
- Long, E Andrew. 1999. *Cox Regresion With Frailty*. EDT <http://www.wikipedia.org> [10 Oktober 2007]
- Gill, Jeff. 2002. *Bayesian Method*. A CRC Press Company, Washington D.C.

# LAMPIRAN

**Lampiran 1. Data Waktu Kelangsungan Hidup Pasien Kanker Paru-paru yang Tidak Terapi dan Terapi**

Id Pasien	Tgl Masuk	Jenis Pengobatan	Lama Perawatan	Keadaan Saat Keluar
1	14/01/2001	tidak terapi	11	mati
2	24/01/2001	kemoterapi	19	belum sembuh
3	04/02/2001	tidak terapi	26	mati
4	3/3/2001	tidak terapi	16	belum sembuh
5	20/03/2001	kemoterapi	6	belum sembuh
6	20/03/2001	tidak terapi	13	belum sembuh
7	10/4/2001	operasi	13	membalik
8	13/04/2001	tidak terapi	4	belum sembuh
9	30/04/2001	tidak terapi	23	belum sembuh
10	17/05/2001	tidak terapi	11	belum sembuh
11	28/05/2001	kemoterapi	33	belum sembuh
12	2/7/2001	tidak terapi	7	belum sembuh
13	11/7/2001	tidak terapi	20	membalik
14	31/07/2001	kemoterapi	5	belum sembuh
15	8/8/2001	tidak terapi	5	membalik
16	23/09/2001	tidak terapi	6	mati
17	5/10/2001	tidak terapi	3	belum sembuh
18	15/11/2001	kemoterapi	24	mati
19	10/1/2002	tidak terapi	10	mati
20	14/01/2002	radioterapi	65	belum sembuh
21	5/2/2002	operasi	13	belum sembuh
22	28/02/2002	radioterapi	13	belum sembuh
23	15/03/2002	kemoterapi	11	belum sembuh
24	20/03/2002	operasi	3	belum sembuh
25	12/4/2002	operasi	31	belum sembuh
26	30/04/2002	operasi	9	belum sembuh
27	5/5/2002	operasi	10	belum sembuh
28	28/05/2002	kemoterapi	16	belum sembuh
29	12/6/2002	radioterapi	89	belum sembuh
30	29/06/2002	tidak terapi	32	belum sembuh
31	5/7/2002	tidak terapi	11	belum sembuh
32	22/07/2002	kemoterapi	22	belum sembuh
33	7/8/2002	operasi	33	belum sembuh
34	20/08/2002	radioterapi	13	mati
35	7/9/2002	operasi	21	belum sembuh
36	16/09/2002	tidak terapi	3	mati
37	16/09/2002	tidak terapi	17	belum sembuh
38	5/10/2002	tidak terapi	38	belum sembuh
39	21/10/2002	tidak terapi	34	membalik
40	5/11/2002	operasi	8	membalik
41	21/11/2002	tidak terapi	12	mati
42	28/11/2002	operasi	15	belum sembuh
43	10/12/2002	tidak terapi	3	mati
	14/12/2002	tidak terapi		

44	29/01/2003	radioterapi	35	mati
45	9/4/2003	tidak terapi	14	belum sembuh
46	24/05/2003	operasi	9	membaik
47	29/05/2003	kemoterapi	8	membaik
48	11/6/2003	tidak terapi	35	membaik
49	19/07/2003	tidak terapi	23	membaik
50	2/8/2003	kemoterapi	15	mati
51	28/08/2003	tidak terapi	15	membaik
52	12/11/2003	kemoterapi	6	belum sembuh
53	29/11/2003	tidak terapi	38	mati
54	5/12/2003	terapi	15	membaik
55	3/2/2004	tidak terapi	17	membaik
56	26/03/2004	kemoterapi	10	belum sembuh
57	5/4/2004	radioterapi	5	membaik
58	30/04/2004	tidak terapi	40	belum sembuh
59	5/5/2004	tidak terapi	20	belum sembuh
60	25/05/2004	kemoterapi	16	membaik
61	7/6/2004	radioterapi	1	membaik
62	14/07/2004	tidak terapi	23	membaik
63	16/08/2004	tidak terapi	14	mati
64	25/08/2004	kemoterapi	22	membaik
65	13/09/2004	tidak terapi	1	mati
66	27/12/2004	tidak terapi	7	belum sembuh
67	3/1/2005	tidak terapi	46	mati
68	10/1/2005	tidak terapi	21	belum sembuh
69	9/2/2005	tidak terapi	10	belum sembuh
70	17/02/2005	tidak terapi	29	belum sembuh
71	21/03/2005	tidak terapi	1	membaik
72	23/08/2005	kemoterapi	19	belum sembuh
73	19/09/2005	radioterapi	5	pulang paksa
74	18/11/2005	radioterapi	3	pulang paksa
75	28/02/2005	radioterapi	16	sembuh
76	9/11/2005	radioterapi	48	pulang paksa
77	1/5/2005	radioterapi	9	sembuh

## Lampiran 2. Syntax Program WinBugs 14

model

```

{
# Set up data
for(i in 1 : N) {
  for(j in 1 : T) {
    # risk set = 1 if obs.t >= t
    Y[i, j] <- step(obs.t[i] - t[j] + eps)
    # counting process jump = 1 if obs.t in [ t[j], t[j+1] )
    # i.e. if t[j] <= obs.t < t[j+1]
    dN[i, j] <- Y[i, j] * step(t[j+1] - obs.t[i] - eps) * fail[i]
  }
}
# Model
for(j in 1 : T) {
  for(i in 1 : N) {
    dN[i, j] ~ dpois(ldt[i, j])
    ldt[i, j] <- Y[i, j] * exp(beta * Z[i]+b[pair[i]]) * dL0[j]
  }
  dL0[j] ~ dgamma(mu[j], c)
  mu[j] <- dL0.star[j] * c # prior mean hazard
  # Survivor function = exp(-Integral{I0(u)du})^exp(beta * z)
  S.tidakterapi[j] <- pow(exp(-sum(dL0[1 : j])), exp(beta * -0.5))
  S.terapi[j] <- pow(exp(-sum(dL0[1 : j])), exp(beta * 0.5))
}
for(k in 1 : Npairs) {
  b[k] ~ dnorm(0.0, tau);
}
tau ~ dgamma(0.001, 0.001)
sigma <- sqrt(1 / tau)
c <- 0.001 r <- 0.1
for (j in 1:T) {
  dL0.star[j] <- r * (t[j+1]-t[j])
}
beta ~ dnorm(0.0,0.000001)
}

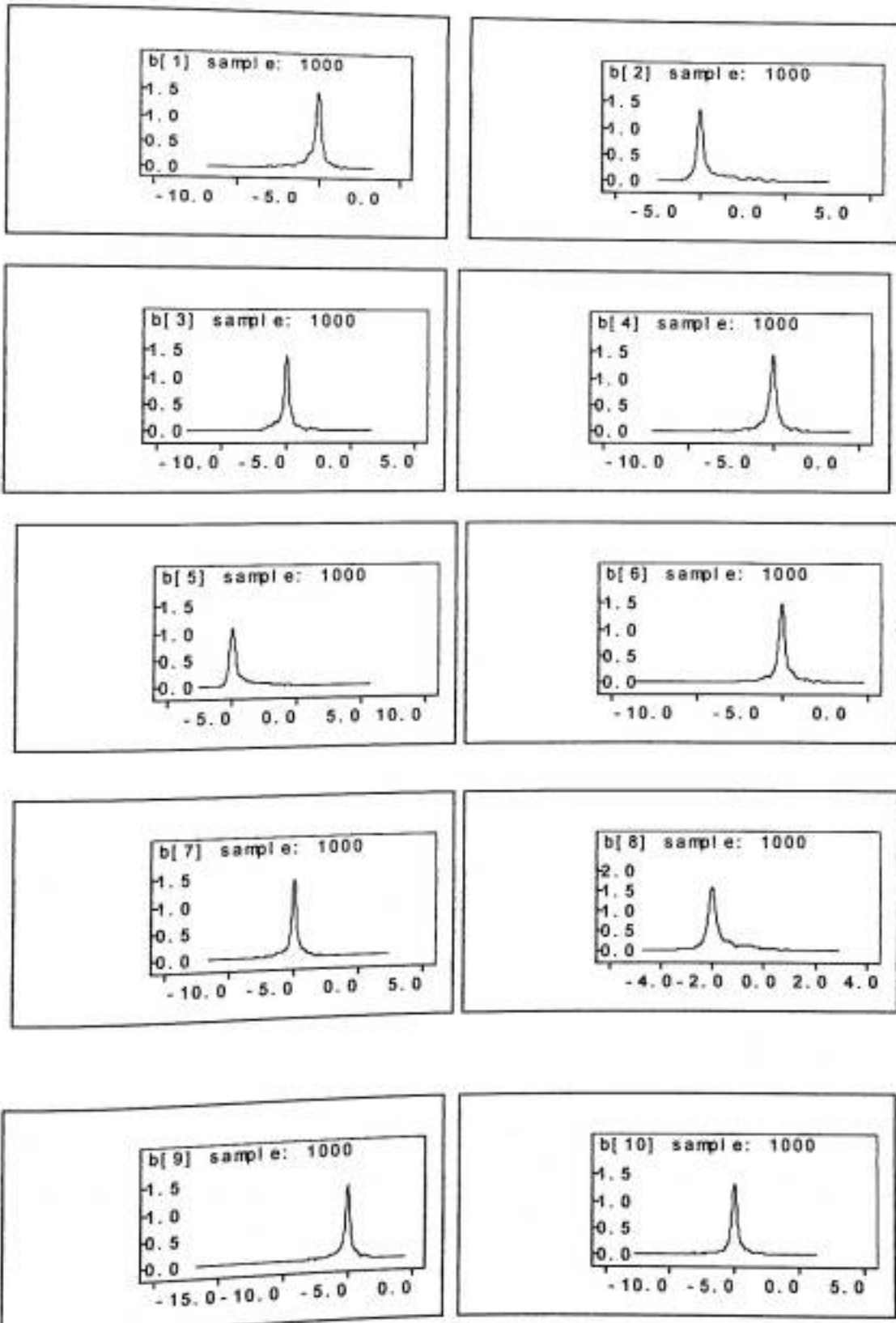
list(N = 50, T = 9, eps = 0.00001, Npairs = 25,
      t = c(6,10,11,14,15,24,26,35,38,46),
      obs.t =
c(1,3,3,5,6,9,9,10,10,10,11,13,14,14,15,17,20,21,23,23,26,29,38,40,46,1,3,5,5,5,6,6,8,10
,11,13,15,15,16,16,16,19,19,22,24,33,35,48,65,89),
      pair =
c(1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,20,10,5,24,18,21,15
,7,16,3,12,19,23,6,17,22,25,11,14,2,4,13,1,8,9
),
      fail =
c(0,0,0,0,1,0,0,1,0,0,1,0,0,1,0,0,0,0,0,0,1,0,1,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,1,0,
1,0,0,0),
      Z = c(-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,
-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,-0.5,
0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,
0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5,0.5)
)

```

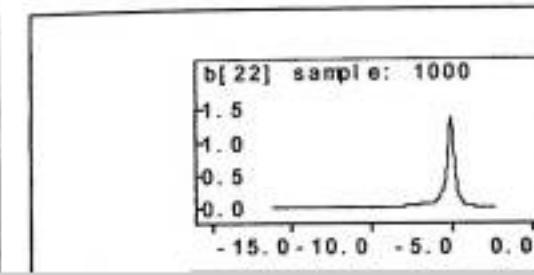
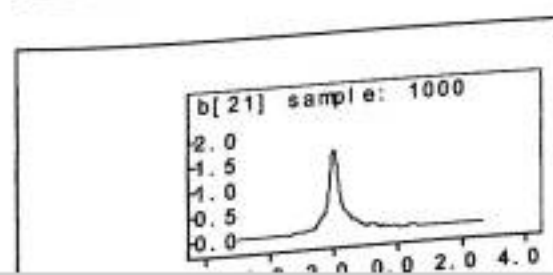
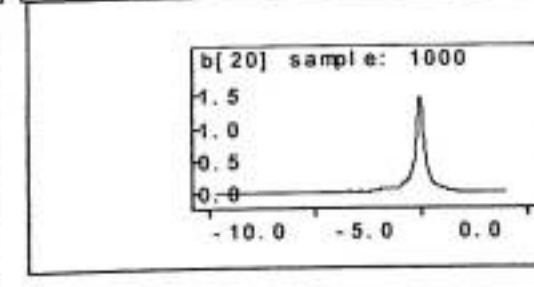
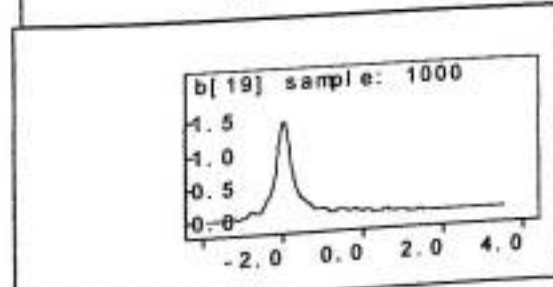
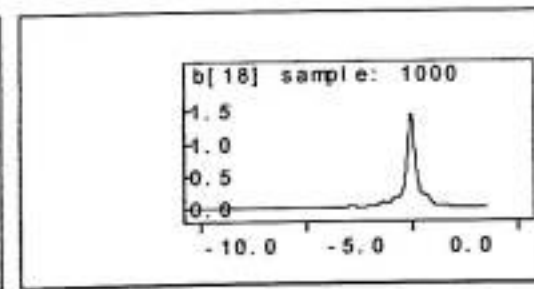
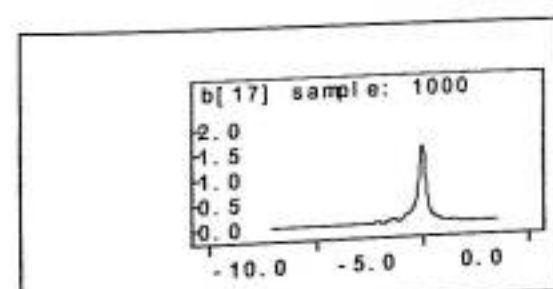
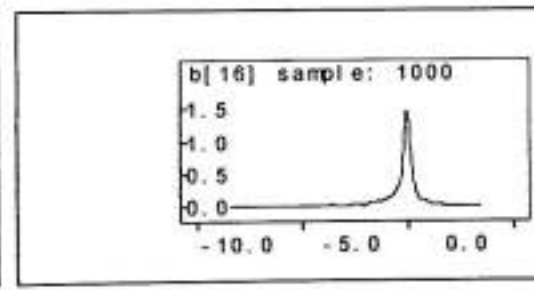
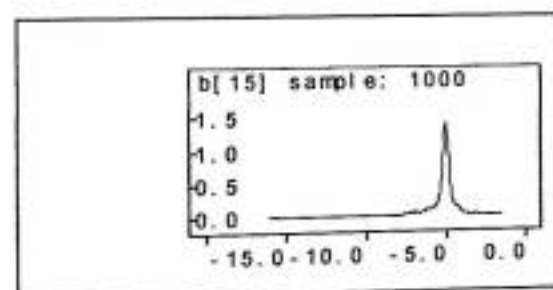
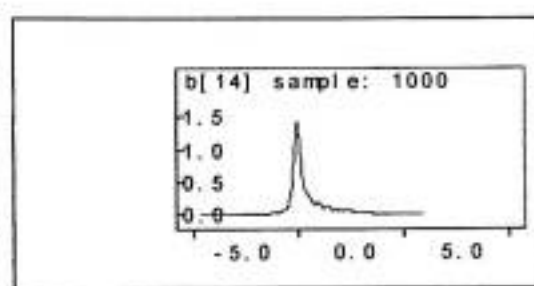
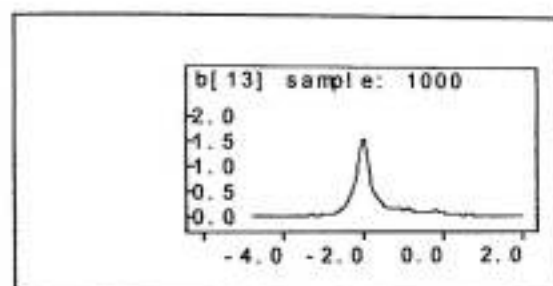
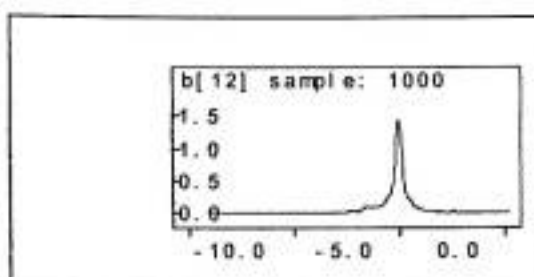
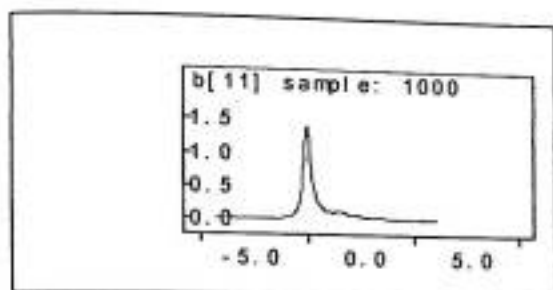
```
list( beta = 0.0,  
      dLO = c(1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0),  
      tau=1  
)
```

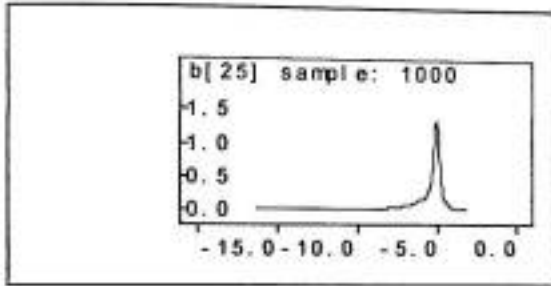
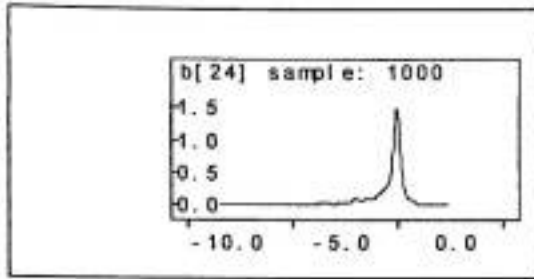
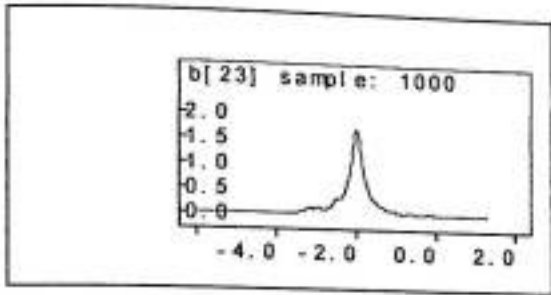
### Lampiran 3. Grafik Posterior

#### Frailty Tiap Pasangan Data









#### Lampiran 4. Hasil Taksiran Peluang Kegagalan

Pasien	node	mean	2.50%	median	97.50%
1	ldt[5,1]	0.1014	0.001075	0.03144	0.7872
2	ldt[6,1]	0.02953	7.57E-05	0.01538	0.1446
3	ldt[7,1]	0.03564	5.68E-05	0.01732	0.1604
4	ldt[8,1]	0.04048	3.93E-04	0.02038	0.1908
5	ldt[8,2]	0.04786	6.60E-04	0.02636	0.2164
6	ldt[9,1]	0.02782	5.58E-05	0.01448	0.1347
7	ldt[9,2]	0.03255	1.16E-04	0.01799	0.1554
8	ldt[10,1]	0.03255	4.27E-05	0.01624	0.1589
9	ldt[10,2]	0.0389	1.59E-04	0.02018	0.2041
10	ldt[11,1]	0.04859	5.33E-04	0.02241	0.2509
11	ldt[11,2]	0.06393	7.34E-04	0.03084	0.3204
12	ldt[11,3]	0.08474	6.75E-04	0.03468	0.5583
13	ldt[12,1]	0.03084	4.18E-05	0.0159	0.1477
14	ldt[12,2]	0.03671	1.52E-04	0.019	0.1628
15	ldt[12,3]	0.04237	1.81E-04	0.02129	0.2193
16	ldt[13,1]	0.03693	4.20E-04	0.02084	0.1794
17	ldt[13,2]	0.04756	7.67E-04	0.02582	0.2374
18	ldt[13,3]	0.05583	7.55E-04	0.03066	0.2799
19	ldt[13,4]	0.06879	0.001234	0.03485	0.3492
20	ldt[14,1]	0.04221	5.38E-04	0.02241	0.1917
21	ldt[14,2]	0.05957	8.38E-04	0.02816	0.3163
22	ldt[14,3]	0.06687	7.62E-04	0.03421	0.3562
23	ldt[14,4]	0.08273	0.001329	0.03881	0.4785
24	ldt[15,1]	0.02812	2.29E-05	0.01517	0.1261
25	ldt[15,2]	0.03199	9.51E-05	0.01818	0.1524
26	ldt[15,3]	0.03953	9.72E-05	0.02167	0.1859
27	ldt[15,4]	0.04838	1.57E-04	0.02513	0.2212
28	ldt[15,5]	0.05188	2.01E-04	0.0301	0.242
29	ldt[16,1]	0.02824	5.18E-05	0.015	0.1371
30	ldt[16,2]	0.03191	1.98E-04	0.01719	0.1481
31	ldt[16,3]	0.03789	1.12E-04	0.02152	0.1644
32	ldt[16,4]	0.04595	1.80E-04	0.02448	0.2011
33	ldt[16,5]	0.05256	2.37E-04	0.03142	0.2382
34	ldt[17,1]	0.02801	3.57E-05	0.01452	0.1369
35	ldt[17,2]	0.03185	1.62E-04	0.01714	0.1377



36	ldt[17,3]	0.0384	1.93E-04	0.01986	0.1871
37	ldt[17,4]	0.04712	2.09E-04	0.02465	0.2165
38	ldt[17,5]	0.05462	2.19E-04	0.02984	0.2778
39	ldt[18,1]	0.02996	5.04E-05	0.01564	0.1376
40	ldt[18,2]	0.03509	1.75E-04	0.0188	0.1564
41	ldt[18,3]	0.04065	1.87E-04	0.02283	0.1812
42	ldt[18,4]	0.05037	2.69E-04	0.02727	0.2263
43	ldt[18,5]	0.05875	2.19E-04	0.03251	0.2595
44	ldt[19,1]	0.03974	5.24E-04	0.02054	0.1924
45	ldt[19,2]	0.05004	8.13E-04	0.02766	0.2544
46	ldt[19,3]	0.06532	6.47E-04	0.0308	0.3622
47	ldt[19,4]	0.07586	0.001123	0.03636	0.3898
48	ldt[19,5]	0.08555	0.00119	0.04456	0.425
49	ldt[20,1]	0.0298	3.86E-05	0.01551	0.1396
50	ldt[20,2]	0.03327	2.08E-04	0.01811	0.1548
51	ldt[20,3]	0.04046	1.32E-04	0.02258	0.1804
52	ldt[20,4]	0.05062	2.23E-04	0.02636	0.2318
53	ldt[20,5]	0.05793	2.66E-04	0.03113	0.2886
54	ldt[21,1]	0.03442	2.13E-04	0.01993	0.1551
55	ldt[21,2]	0.0413	6.06E-04	0.02475	0.1767
56	ldt[21,3]	0.05038	5.49E-04	0.02717	0.2302
57	ldt[21,4]	0.06214	7.91E-04	0.03207	0.3043
58	ldt[21,5]	0.07209	7.13E-04	0.04244	0.3458
59	ldt[21,6]	0.1782	0.003689	0.09133	0.9499
60	ldt[21,7]	0.1917	0.003736	0.1015	1.038
61	ldt[22,1]	0.02592	2.17E-05	0.01446	0.1223
62	ldt[22,2]	0.0293	1.53E-04	0.01693	0.1351
63	ldt[22,3]	0.0362	1.10E-04	0.01897	0.1665
64	ldt[22,4]	0.04253	1.23E-04	0.02338	0.1891
65	ldt[22,5]	0.04859	1.38E-04	0.02765	0.22
66	ldt[22,6]	0.1113	7.38E-04	0.0626	0.5035
67	ldt[22,7]	0.1248	7.54E-04	0.0667	0.5485
68	ldt[23,1]	0.02858	8.70E-05	0.01652	0.1279
69	ldt[23,2]	0.03349	4.27E-04	0.01935	0.146
70	ldt[23,3]	0.03848	4.49E-04	0.02321	0.1521
71	ldt[23,4]	0.04829	5.04E-04	0.02749	0.2074
72	ldt[23,5]	0.05514	5.12E-04	0.03184	0.2371
73	ldt[23,6]	0.128	0.001834	0.07393	0.6002
74	ldt[23,7]	0.1374	0.002903	0.08424	0.5914
75	ldt[23,8]	0.2419	0.005295	0.1494	1.04
76	ldt[23,9]	0.25	0.004568	0.1536	1.072

77	ldt[24,1]	0.02447	2.11E-05	0.01206	0.1248
78	ldt[24,2]	0.02781	1.18E-04	0.01428	0.1331
79	ldt[24,3]	0.0327	9.03E-05	0.01712	0.1453
80	ldt[24,4]	0.03908	1.39E-04	0.02127	0.1744
81	ldt[24,5]	0.04498	1.99E-04	0.02438	0.2109
82	ldt[24,6]	0.1006	7.84E-04	0.05601	0.4223
83	ldt[24,7]	0.1133	5.34E-04	0.0612	0.5188
84	ldt[24,8]	0.1881	0.001799	0.1075	0.8626
85	ldt[24,9]	0.19	0.002039	0.1066	0.8174
86	ldt[25,1]	0.0241	1.09E-05	0.01231	0.1239
87	ldt[25,2]	0.0271	4.39E-05	0.01439	0.1253
88	ldt[25,3]	0.03231	4.56E-05	0.01696	0.143
89	ldt[25,4]	0.03827	6.01E-05	0.02015	0.18
90	ldt[25,5]	0.04402	1.02E-04	0.024	0.1992
91	ldt[25,6]	0.09822	2.63E-04	0.05337	0.4528
92	ldt[25,7]	0.1103	2.70E-04	0.05912	0.5219
93	ldt[25,8]	0.1814	6.67E-04	0.1081	0.7982
94	ldt[25,9]	0.1826	7.82E-04	0.1069	0.8024
95	ldt[31,1]	0.01436	3.64E-05	0.007018	0.07715
96	ldt[32,1]	0.01171	4.00E-06	0.005679	0.0644
97	ldt[33,1]	0.0133	1.34E-05	0.005846	0.06693
98	ldt[34,1]	0.01157	7.11E-06	0.005188	0.06588
99	ldt[34,2]	0.01303	3.40E-05	0.00562	0.06558
100	ldt[35,1]	0.01323	1.56E-05	0.00565	0.07174
101	ldt[35,2]	0.01648	4.85E-05	0.006954	0.08753
102	ldt[35,3]	0.01911	4.36E-05	0.007902	0.09795
103	ldt[36,1]	0.01197	3.97E-06	0.005821	0.06093
104	ldt[36,2]	0.01399	1.82E-05	0.006387	0.0667
105	ldt[36,3]	0.0168	3.15E-05	0.007138	0.09003
106	ldt[37,1]	0.01483	8.04E-05	0.00717	0.08096
107	ldt[37,2]	0.01847	1.51E-04	0.008908	0.1026
108	ldt[37,3]	0.02202	1.98E-04	0.01086	0.1122
109	ldt[37,4]	0.02625	2.59E-04	0.01246	0.1363
110	ldt[37,5]	0.02824	3.82E-04	0.01469	0.1155
111	ldt[38,1]	0.01225	1.16E-05	0.005765	0.06163
112	ldt[38,2]	0.01423	6.39E-05	0.006296	0.07164
113	ldt[38,3]	0.01662	7.50E-05	0.007341	0.08326
114	ldt[38,4]	0.01936	6.12E-05	0.009279	0.09622
115	ldt[38,5]	0.02156	1.23E-04	0.0109	0.1032
116	ldt[39,1]	0.01159	1.13E-05	0.005485	0.05879
117	ldt[39,2]	0.0143	3.33E-05	0.006526	0.0701

159	ldt[47,1]	0.01381	5.51E-05	0.007328	0.07328
160	ldt[47,2]	0.01685	2.17E-04	0.008317	0.08578
161	ldt[47,3]	0.01975	2.58E-04	0.009364	0.0998
162	ldt[47,4]	0.0233	2.66E-04	0.0117	0.1151
163	ldt[47,5]	0.02723	3.33E-04	0.01386	0.1317
164	ldt[47,6]	0.0637	8.88E-04	0.03326	0.3529
165	ldt[47,7]	0.0756	9.20E-04	0.03715	0.3694
166	ldt[47,8]	0.1312	0.001882	0.06359	0.7302
167	ldt[48,1]	0.01108	3.40E-06	0.004918	0.05943
168	ldt[48,2]	0.01284	1.91E-05	0.005927	0.06565
169	ldt[48,3]	0.0154	3.05E-05	0.006523	0.08012
170	ldt[48,4]	0.01807	2.40E-05	0.007832	0.09465
171	ldt[48,5]	0.01917	5.59E-05	0.00946	0.09374
172	ldt[48,6]	0.04403	1.54E-04	0.02225	0.2141
173	ldt[48,7]	0.05043	2.32E-04	0.0234	0.2457
174	ldt[48,8]	0.08724	4.93E-04	0.04445	0.4549
175	ldt[48,9]	0.08629	5.05E-04	0.04189	0.3982
176	ldt[49,1]	0.01443	8.26E-05	0.00716	0.08042
177	ldt[49,2]	0.0167	1.78E-04	0.008377	0.08019
178	ldt[49,3]	0.0204	2.07E-04	0.009597	0.09781
179	ldt[49,4]	0.02365	2.57E-04	0.01235	0.1202
180	ldt[49,5]	0.02803	3.61E-04	0.01425	0.1325
181	ldt[49,6]	0.06637	8.94E-04	0.03255	0.3236
182	ldt[49,7]	0.07012	7.16E-04	0.03541	0.3438
183	ldt[49,8]	0.1286	0.001602	0.06819	0.5948
184	ldt[49,9]	0.1395	0.001383	0.07028	0.6803
185	ldt[50,1]	0.01102	7.03E-06	0.005183	0.05467
186	ldt[50,2]	0.01263	1.87E-05	0.005924	0.0613
187	ldt[50,3]	0.01546	2.22E-05	0.006689	0.07982
188	ldt[50,4]	0.01731	2.63E-05	0.007957	0.09241
189	ldt[50,5]	0.02006	4.51E-05	0.009364	0.1042
190	ldt[50,6]	0.04592	1.50E-04	0.02336	0.2291
191	ldt[50,7]	0.05075	1.39E-04	0.02273	0.2454
192	ldt[50,8]	0.0847	3.83E-04	0.04658	0.4009
193	ldt[50,9]	0.08799	4.68E-04	0.04553	0.4225