



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

**ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAJU
KESEMBUHAN PENDERITA DEMAM BERDARAH DI R.S.
M.DJAMIL PADANG DENGAN MENGGUNAKAN MODEL
PROPORTIONAL**

SKRIPSI



**TRESA ELANDRA
0810432027**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2012**

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

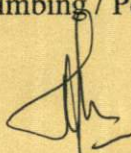
Dengan ini menyatakan bahwa :

Nama : Tresa Elandra
No. Buku Pokok : 0810432027
Jurusan : Matematika
Bidang : Statistika
Judul Skripsi : **Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Kesembuhan Penderita Penyakit Demam Berdarah di R.S M. Djamil Padang dengan Menggunakan Model Proportional Hazard**

telah diuji dan disetujui skripsinya sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) melalui ujian sarjana yang diadakan pada tanggal 2 Mei 2012 berdasarkan ketentuan yang berlaku.

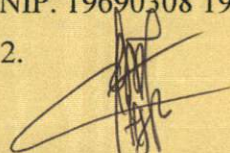
Pembimbing / Penguji

1.



Hazmira Yozza, M.Si
NIP. 19690308 199403 2 002

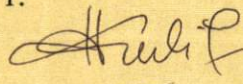
2.



Izzati Rahmi HG, M. Si
NIP. 19740928 199903 2 002

Penguji

1.



Dr. Lyra Yulianti
NIP. 19750706 199903 2 003

2.



Dr. Admi Nazra
NIP. 19730330 199903 1 002

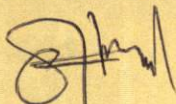
3.



Dr. Maiyastri
NIP. 19650531 199103 2 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Matematika FMIPA Unand



Dr. Syafrizal Sy
NIP.19670807 199309 1 001

**Terimakasih & Maau*

Subhanallah

Allah SWT. Ayat-ayatMu sungguh menenangkan hati. Semoga aku tetap berada di jalanmu dan terus menjadi lebih baik.

Berjuta-juta TerimaKasih

Kepada sosok yang sangat bijaksana Papi, yang tersayang Mami, kak Zia dan Uchi aliink yang telah memberikan pengertian dan pengorbanan tak terhingga. Praise be to Allah for a family like them (Luv Elandra . . ♥)

Dosen Pembimbing

Ibu Hazmira Yozza, M.Si dan Ibu Izzati Rahmi HG, M.Si, beribu terima kasih atas bimbingan, saran dan waktunya dalam membimbing saya . . Maaf selalu mengganggu waktunya buk . ☺ .

Dosen Penguji

Ibu Dr. Lyra Yulianti, Bapak Dr. Admi Nazra, dan Ibu Dr. Maiyastri, atas pengarahan dan saran dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Dosen-dosen Jurusan Matematika

Pak Syaf, Pak Budi, Pak Efendi, Pak Muhafzan, Pak Werman, Pak Made, Pak Dodi, Pak Yudi, Pak Jon, Pak Zulakmal, Pak Syafruddin, Bu Ayu, Bu Monik, Bu Sil, Bu Nova, Bu Riri, dan Pak Narwen. Terima kasih atas ilmunya yang berharga.

Staf dan Pegawai Jurusan Matematika

Mama Cun, Bu Eli, Pak Syamsir, Bu Dona, Bu opi, Ibu pustaka dan ibu CS.

Keluarga besar HIMATIKA

Terimakasih uda, uni, adek2 HIMATIKA. Saya merasa beruntung menjadi bahagian dari kalian . .

Teman-teman Genta Andalas

Terima kasih Genta Crew . . di sini saya mendapat banyak hal tentang jurnalistik terutama ngelayout tabloid ☺ .

BP 27

da Jecky, da Irfan, ni Vivi, kak Echa, sobep Tama, Fika, dan Inel . Terima kasih . . semoga kita bisa sama-sama lagi dalam keadaan sukses.

Teman-teman angkatan 2008

Bie (akhirnya . . .:)), icel (ihiiyy, bisa sama2 wisudanya), icha, elza, virza, erik, yolwi, eris, sari, wely, rere, mia, elin, tikul, dan lainnya yg gak bisa d sebut satu persatu . . mkasiiih yaaa

Haha.com

gak ada hari tanpa ketawa n gossip kalo kita udah ngumpul. . .
cinta (duluaan2 ajaaa ;p),
mimi (masii gak bisa bedaiin lagi jujur or boong ;p),
ana (langgeng ma bg fuad yaa . . *boleh dunk doian ini ☺),
aji (cieeee. . wisudaan d hari special. .),n
mezi (syaah. . . no comment lah aqu ,speechless ;p).

T-Kost

Vone, Eed, n Ulfa. . . maksiih yaa. . . walaupun kalo udah ngumpul aqu yg slalu kenaa gossip. . tp gpp. . heheh *kapan jalan2???

Sahabatku

Ani n kuciing (kapan kita main2 lagii?? Kangeenn. . .)

The Last One

Untuk kamu yg kumaksud. . .thank for everything ☺
-JQ-

*Decerahi harapan menggapai impian
Titik awal pembekalan kepada Sang Ilmu
Pengabdian seutuhnya terhadap Sang Pencipta
Pengembangan ilmu yang telah didapat*

Tresa Elandra

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur tak henti-hentinya penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul "**ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAJU KESEMBUHAN PENDERITA PENYAKIT DEMAM BERDARAH DI R.S M.DJAMIL PADANG DENGAN MENGGUNAKAN MODEL *PROPORTIONAL HAZARD***" yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang. Salawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Baginda Rasulullah SAW yang menebar ilmu dan iman dalam cahaya Islam yang beliau bawa.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, dorongan, kerjasama maupun bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Hazmira Yozza, M. Si selaku Pembimbing I yang dengan sabar mengarahkan penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini melalui bimbingan dan diskusi yang sangat bermanfaat. Serta ilmu, ide, saran, dan nasihat yang diberikan selama penulis menjalani perkuliahan.

2. Ibu Izzati Rahmi HG, M.Si selaku Pembimbing II yang membantu penulis dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini, serta ilmu yang didapat selama penulis menjalani perkuliahan.
3. Ibu Dr. Lyra Yulianti, Bapak Dr. Admi Nazra dan Ibu Dr. Maiyastri selaku penguji skripsi yang telah memberi masukan dan saran kepada penulis dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini.
4. Bapak Narwen, M. Si selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberi pengarahan, nasehat, motivasi dan ilmu selama penulis belajar di Jurusan Matematika FMIPA Unand.
5. Bapak Dr. Syafrizal Sy selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang.
6. Bapak/Ibu dosen Jurusan Matematika FMIPA Unand yang telah membagi ilmunya kepada penulis dalam proses perkuliahan. Karyawan/i Jurusan Matematika FMIPA Unand yang telah membantu selama penulis melaksanakan studi di Unand.
7. Ayahanda Emman Chandra,SH dan Ibunda Nellyzam yang teristimewa, serta kakakku Vellyzia Elandra dan adikku Lucia Sakinah Elandra tersayang yang telah memberikan dorongan semangat, do'a, dan motivasi tiada henti.
8. Semua pihak yang turut membantu hingga selesainya skripsi ini, terutama teman-teman angkatan 2008, senior-senior dan adik-adik angkatan 2009, 2010,

dan 2011 di Jurusan Matematika FMIPA Unand.

Penulis selalu terbuka terhadap sumbangan pemikiran baik kritik maupun saran yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini. Penulis sangat menyadari bahwa dalam skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan tidak luput dari kekurangan karena terbatasnya ilmu dan pengalaman yang penulis miliki. Kritik dan saran tersebut dapat disampaikan melalui e-mail di tresa_andra@yahoo.com.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan sesuatu yang bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya. Amin.

Padang, Mei 2012

Tresa Elandra.

Abstrak

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit akut yang disebabkan oleh virus dengue, yang ditularkan melalui nyamuk *aedes aegypti*. Di Indonesia, penyakit DBD telah menjadi penyakit "langganan" tiap tahun. Ribuan orang menderita DBD dan ratusan orang meninggal tiap tahunnya. Penelitian ini membahas faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan penderita penyakit demam berdarah di R.S. M.Djamil Padang menggunakan analisis survival dengan model *Proportional Hazard*. Diketahui pasien sebagian besar berusia anak-anak dan remaja, berjenis kelamin perempuan, mengalami gejala demam 4 hari dengan suhu tubuh cenderung normal, memiliki jumlah trombosit dan leukosit dibawah normal serta memiliki kadar hematokrit dan hemoglobin normal saat pertama kali masuk rawat inap. Data waktu survival penderita demam berdarah berdistribusi Weibull dan diketahui faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi laju kesembuhan pasien adalah kadar hematokrit. Dari nilai odds ratio disimpulkan bahwa setiap pengurangan satu satuan kadar hematokrit pasien, maka resiko untuk mencapai kesembuhan adalah sebesar 1.0692 kali atau pasien yang memiliki kadar hematokrit 1

Kata kunci : Demam Berdarah, Waktu survival, Distribusi Weibull, *Proportional Hazard*

DAFTAR ISI

Abstrak	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	v
Daftar Tabel	vi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
LANDASAN TEORI	6
2.1 Teknik Pengambilan Sampel Acak Sistematis [10]	6
2.2 Analisis Survival	8
2.2.1 Pengertian Analisis Survival [7]	8
2.2.2 Fungsi dalam Analisis Survival [9]	9
2.3 Pemodelan <i>Proportional Hazard</i> [7]	12
2.3.1 Pendugaan pada Model <i>Proportional Hazard</i>	15
2.3.2 Pendugaan Distribusi Data [7]	16
2.3.3 Pengujian Parameter	17
2.3.4 Seleksi Model Terbaik	18
2.3.5 Odds Ratio	19
2.4 Demam Berdarah [11]	20

METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Data	23
3.2 Metode	26
3.2.1 Metode Pengambilan Data	26
3.2.2 Metode Analisis	27
3.3 <i>Software</i>	29
ANALISIS DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Karakteristik Penderita Penyakit Demam Berdarah	30
4.1.1 Usia	31
4.1.2 Jenis Kelamin	32
4.1.3 Jumlah Trombosit	33
4.1.4 Kadar Hematokrit	34
4.1.5 Lama Demam	36
4.1.6 Suhu Pasien	37
4.1.7 Hemoglobin	38
4.1.8 Leukosit	39
4.1.9 Waktu <i>Survival</i>	41
4.2 Pendugaan Distribusi Waktu <i>Survival</i>	42
4.3 Pemodelan Waktu Survival Menggunakan Model Regresi <i>Proportional Hazard</i>	43
4.4 Laju Kesembuhan Penderita Penyakit Demam Berdarah	48
PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan	51
Daftar Pustaka	53
Lampiran	54

Daftar Gambar

2.3.1	Contoh pola plot yang memenuhi asumsi <i>Proportional Hazard</i>	14
2.3.2	Contoh pola plot yang tidak memenuhi asumsi <i>Proportional Hazard</i>	14
2.4.3	Gejala ruam pada penderita penyakit demam berdarah	20
2.4.4	Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	21
4.1.1	Histogram Usia Penderita Penyakit Demam Berdarah	31
4.1.2	Diagram Lingkaran Jenis Kelamin Penderita Penyakit Demam Berdarah	32
4.1.3	Histogram Trombosit Penderita Penyakit Demam Berdarah	33
4.1.4	Histogram Hematokrit Penderita Penyakit Demam Berdarah Berjenis Kelamin Perempuan	35
4.1.5	Histogram Hematokrit Laki-Laki Penderita Penyakit Demam Berdarah Berjenis Kelamin Laki-Laki	36
4.1.6	Histogram Lama Demam Sebelum Masuk Rawat Inap	37
4.1.7	Histogram Suhu Tubuh Penderita Penyakit Demam Berdarah	38
4.1.8	Histogram Hemoglobin Penderita Penyakit Demam Berdarah	39
4.1.9	Histogram Leukosit Penderita Penyakit Demam Berdarah	40
4.1.10	Histogram lamanya rawat inap pasien demam berdarah	41
4.3.11	plot $-\ln[-\ln \hat{S}(t)]$ kadar hematokrit terhadap waktu <i>survival</i>	47
4.4.12	Laju kesembuhan berdasarkan kadar hematokrit	49

Daftar Tabel

4.3.1	Nilai Taksiran Parameter pada Model Terbaik	46
4.4.2	Nilai <i>Odds Ratio</i>	48
4.4.3	Taksiran model fungsi hazard terhadap kadar hematokrit pada t	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Demam berdarah adalah penyakit akut yang disebabkan oleh virus *dengue*, yang ditularkan melalui nyamuk. Oleh sebab itu, penyakit ini lebih dikenal dengan Demam Berdarah *Dengue* (DBD). DBD ditemukan di daerah tropis dan sub-tropis serta merupakan salah satu penyakit menular yang sering menimbulkan Kejadian Luar Biasa (KLB) atau wabah. Terdapat empat jenis virus *dengue*, yaitu DENV 1, DENV2, DENV3, dan DENV4, masing-masing dapat menyebabkan demam berdarah, mulai dari yang ringan sampai yang mematikan.

Di Indonesia, penyakit DBD telah menjadi penyakit "langganan" tiap tahun. Ribuan orang menderita DBD dan ratusan orang meninggal tiap tahunnya. Sejak tahun 1968 jumlah kasusnya cenderung meningkat dan penyebarannya bertambah luas [1].

Sampai saat ini belum ada obat khusus bagi penderita demam berdarah. Tindakan pengobatan yang umum dilakukan pada pasien demam berdarah yang tidak terlalu parah adalah pemberian cairan tubuh (lewat minuman atau elektrolit) untuk mencegah dehidrasi akibat demam dan muntah. Bagi pasien demam berdarah yang lebih parah, sangat disarankan untuk menjalani rawat inap di rumah

sakit, pemberian infus dan elektrolit untuk mengganti cairan tubuh, serta transfusi darah akibat pendarahan yang terjadi.

Laju kesembuhan merupakan perubahan keadaan pasien tiap satuan waktu sampai keadaan membaik atau dinyatakan sembuh. Laju kesembuhan penderita penyakit demam berdarah berbeda-beda. Diduga hal ini disebabkan oleh perbedaan karakteristik dari penderita penyakit demam berdarah, di antaranya umur, jenis kelamin, kadar hematokrit, jumlah trombosit, kadar hemoglobin, kadar leukosit serta keadaan umum seperti lamanya gejala demam dan suhu tubuh pasien sebelum dinyatakan positif menderita penyakit demam berdarah.

Laju kesembuhan penderita demam berdarah terkait dengan data lama waktu rawat inap penderita penyakit demam berdarah. Dalam statistika, secara umum data semacam ini termasuk data lama hidup penderita penyakit demam berdarah. Data lama hidup atau panjang waktu sampai terjadinya suatu kejadian atau *event* tertentu disebut data *survival*. Analisis statistik yang biasa digunakan bagi data ini adalah analisis *survival*.

Rumah Sakit M Djamil adalah salah satu rumah sakit di kota Padang yang menerima perawatan untuk penderita DBD. Suatu hal yang menarik untuk diteliti adalah bagaimana karakteristik dari penderita demam berdarah yang dirawat di R.S M. Djamil dan karakteristik apa yang berpengaruh terhadap laju kesembuhan penderita penyakit demam berdarah tersebut.

Pada penelitian ini akan diteliti faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan penderita penyakit demam berdarah di R.S. M.Djamil Padang dengan

menggunakan analisis *survival* dengan model *Proportional Hazard*. Model ini pada dasarnya adalah model regresi yang dibentuk untuk data *survival*. Penelitian yang hampir serupa pernah dilakukan Suci (2010) yang meneliti analisis *survival* dan faktor-faktor yang mempengaruhi kesembuhan pasien demam berdarah dengan menggunakan *Bayesian Mixture Survival*. Yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah bahwa kejadian khusus pada penelitian ini adalah ketika keadaan pasien membaik dan dinyatakan boleh pulang atau keluar dari rawat inap. Selain tempat penelitian yang berbeda, penelitian sebelumnya menggunakan *Bayesian Mixture Survival* sebagai pendugaan analisis data. Hal lain yang juga membedakan penelitian ini dengan yang sebelumnya adalah variabel yang diperkirakan mempengaruhi laju kesembuhan pasien.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas berdasarkan latar belakang pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik penderita penyakit demam berdarah yang dirawat di R.S M.Djamil Padang ?
2. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi laju kesembuhan penderita penyakit demam berdarah yang dirawat di R.S M.Djamil Padang dan apa model regresinya ?

3. Bagaimana laju kesembuhan pasien penderita penyakit demam berdarah di R.S M.Djamil Padang ?

1.3 Batasan Masalah

Data yang digunakan merupakan data sekunder penderita penyakit demam berdarah di R.S M.Djamil Padang selama Januari sampai Desember 2011 yang diketahui waktu kesembuhannya. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada umur, jenis kelamin, kadar hematokrit, jumlah trombosit, kadar hemoglobin, kadar leukosit serta keadaan umum seperti lamanya gejala demam dan suhu tubuh pasien sebelum dinyatakan positif menderita penyakit demam berdarah. Pendugaan distribusi data dibatasi pada distribusi Weibull.

1.4 Tujuan

Sesuai dengan permasalahan yang akan dibahas, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui karakteristik penderita penyakit demam berdarah yang dirawat di R.S M.Djamil Padang.
2. Menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan penderita penyakit demam berdarah yang dirawat di R.S M.Djamil Padang dan menyusun model regresi.

3. Menganalisis laju kesembuhan pasien penderita penyakit demam berdarah di R.S M.Djamil Padang.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- BAB I** : Bab ini merupakan pendahuluan yang berisikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.
- BAB II** : Bab ini berisikan landasan teori yang akan digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang dibahas pada penelitian ini.
- BAB III** : Bab ini berisikan metodologi pada penelitian ini.
- BAB IV** : Analisis dan pembahasan penelitian akan dipaparkan pada bab ini.
- BAB V** : Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

BAB II

LANDASAN TEORI

Berikut adalah beberapa konsep dasar, notasi serta definisi yang akan digunakan dalam penelitian.

2.1 Teknik Pengambilan Sampel Acak Sistematis [10]

Pengambilan sampel acak secara sistematis merupakan alternatif lain dari pengambilan sampel acak sederhana untuk populasi yang sangat besar. Pengambilan sampel secara sistematis adalah suatu metode dimana hanya unsur pertama dari sampel yang dipilih secara acak sedang unsur-unsur selanjutnya dipilih secara sistematis menurut suatu pola tertentu.

Pengambilan data dengan pengambilan sampel sistematis dari populasi berukuran N adalah sebagai berikut:

1. Tentukan ukuran sampel (n),
2. Proses pemilihan n dari N unit penarikan sampel adalah sebagai berikut:
 - Tentukan interval (k) dengan rumus:

$$k = N/n,$$

- Tentukan secara acak sebuah bilangan dari bilangan $\{1, 2, \dots, N/n\}$. Misalnya yang terpilih adalah bilangan e dengan $e \in \{1, 2, \dots, N/n\}$;
- Pengamatan berikutnya dipilih dengan cara menambahkan k bilangan terhadap bilangan acak yang terpilih. Jadi pengamatan yang terpilih kedua adalah $e + k$, ketiga adalah $e + k + k$, demikian seterusnya hingga pengamatan ke- n adalah $e + (n - 1)k$.

Contoh pengambilan data dengan pengambilan sampel sistematis dari populasi berukuran $N = 1500$ adalah sebagai berikut:

1. Tentukan ukuran sampel $n = 20$,
2. Proses pemilihan 20 dari 1500 unit penarikan sampel adalah sebagai berikut:
 - Tentukan interval (k) dengan rumus:

$$k = N/n = 1500/20 = 75,$$

- Tentukan secara acak sebuah bilangan dari bilangan 1-75. Misalnya yang terpilih adalah 6. Dengan demikian, sampel pertama yang dipilih adalah sampel dengan urutan ke-6;
- Pengamatan berikutnya dipilih dengan cara menambahkan $k = 75$ terhadap bilangan acak yang terpilih. Jadi pengamatan yang terpilih kedua adalah $6 + 75 = 81$ (sampel dengan urutan ke-81), ketiga adalah $81 + 75 = 156$ (sampel dengan urutan ke-156), demikian seterusnya sampai terpilih sebanyak 20 satuan pengamatan.

2.2 Analisis Survival

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai analisis *survival*, termasuk beberapa pengertian yang biasa digunakan dalam analisis *survival* dan pemodelan *survival* dengan menggunakan salah satu metode analisis *survival*, yaitu model *proportional hazard*.

2.2.1 Pengertian Analisis Survival [7]

Analisis *survival* adalah prosedur statistik untuk menganalisis data yang variabelnya adalah waktu sampai terjadinya suatu kejadian atau *event*. *Event* didefinisikan sebagai peristiwa khusus yang mungkin terjadi pada individu, misalnya keluarnya pasien dari rumah sakit. Waktu *survival* didefinisikan sebagai lamanya waktu dari awal pengamatan terhadap suatu objek sampai terjadinya suatu *event* atau sampai pengamatan berakhir. Dalam menentukan waktu *survival* T , terdapat tiga elemen yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Titik awal adalah waktu dimulainya suatu pengamatan, misalnya tanggal masuk rawat inap rumah sakit.
2. Titik akhir adalah kejadian yang menjadi inti dari pengamatan. Contoh kejadian akhir yaitu kematian atau waktu keluar rawat inap rumah sakit.
3. Interval waktu (dalam satuan waktu) adalah interval dari waktu dimulainya penelitian sampai terjadinya suatu *event*. Contohnya yaitu interval waktu

dari tanggal masuk rawat inap rumah sakit sampai waktu keluar rawat inap rumah sakit (satuan hari).

Sumber kesulitan data pada analisis *survival* adalah adanya kemungkinan beberapa individu tidak dapat diobservasi sampai terjadinya *event*. Pada kondisi demikian, waktu *survival* adalah interval waktu mulai dari awal pengamatan sampai waktu dimana individu tidak dapat diobservasi lagi. Data seperti ini dinamakan data tersensor. Beberapa contoh dari data tersensor adalah sebagai berikut:

1. bila *event* adalah kematian, namun pasien yang diteliti meninggal bukan karena kejadian yang diperhatikan, atau pasien memutuskan untuk pindah ke rumah sakit lain atau menolak untuk berpartisipasi.
2. bila perlakuan dihentikan karena alasan tertentu, seperti sebuah terapi yang memiliki efek buruk terhadap pasien sehingga terapi harus dihentikan.
3. bila masa pengamatan berakhir, sementara objek yang diobservasi belum mengalami *event*.
4. bila pasien meninggal, namun kematian bukanlah *event* yang menjadi perhatian.

2.2.2 Fungsi dalam Analisis Survival [9]

Pada analisis *survival* terdapat dua fungsi yaitu fungsi *survival* dan fungsi *hazard*. Jika T melambangkan waktu survival dan mempunyai fungsi kepekatan



peluang $f(t)$, maka fungsi distribusi kumulatif dinyatakan sebagai berikut:

$$F(t) = P(T \leq t) = \int_0^t f(u)du \quad (2.2.1)$$

Fungsi *survival* $S(t)$ didefinisikan sebagai peluang suatu individu bertahan lebih dari atau sama dengan t , yaitu:

$$S(t) = P(T \geq t) = 1 - P(T < t) = 1 - P(T \leq t) = 1 - F(t) \quad (2.2.2)$$

Fungsi *hazard* $h(t)$ didefinisikan sebagai laju terjadinya *event* sesaat dengan asumsi individu telah bertahan sampai waktu ke- t , yang direpresentasikan sebagai berikut:

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \Delta t | T \geq t)}{\Delta t} \quad (2.2.3)$$

Dari definisi di atas, dapat diperoleh hubungan antara fungsi *survival* dan fungsi *hazard*. Berdasarkan teori peluang bersyarat, yaitu:

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}.$$

Dengan menggunakan definisi peluang bersyarat, diperoleh:

$$\begin{aligned} h(t) &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P((t \leq T < t + \Delta t) \cap (T \geq t))}{\Delta t \cdot P(T \geq t)} \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \Delta t)}{\Delta t \cdot P(T \geq t)} \\ &= \frac{1}{P(T \geq t)} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \Delta t)}{\Delta t} \end{aligned}$$

Dari Persamaan (2.2.2) diperoleh:

$$h(t) = \frac{1}{S(t)} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \Delta t)}{\Delta t}$$

Sesuai konsep peluang secara umum diperoleh:

$$\begin{aligned}h(t) &= \frac{1}{S(t)} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(T < t + \Delta t) - P(T < t)}{\Delta t} \\ &= \frac{1}{S(t)} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{\Delta t}\end{aligned}$$

Karena

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{\Delta t} = f(t),$$

yang merupakan turunan dari $F(t)$, maka diperoleh hubungan antara fungsi *survival* dan fungsi *hazard* sebagai berikut:

$$h(t) = \frac{f(t)}{S(t)} \tag{2.2.4}$$

Berdasarkan Persamaan (2.2.2) diperoleh $F(t) = 1 - S(t)$. Jika kedua ruas diturunkan terhadap t maka dihasilkan persamaan

$$\frac{dF(t)}{dt} = f(t) = \frac{d(1 - S(t))}{dt} = -\frac{dS(t)}{dt},$$

sehingga nilai $h(t)$ menjadi:

$$h(t) = \frac{f(t)}{S(t)} = \frac{-\frac{d(S(t))}{dt}}{S(t)}$$

$$-h(t)dt = \frac{d(S(t))}{S(t)} \tag{2.2.5}$$

Selanjutnya kedua ruas Persamaan (2.2.5) diintegrasikan, sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} - \int_0^t h(u)du &= \int_0^t \frac{d(S(u))}{S(u)} = \ln S(u)|_0^t = \ln S(t) - \ln S(0) \\ &= \ln S(t) \\ S(t) &= \exp \left[- \int_0^t h(u)du \right] \end{aligned}$$

Bila didefinisikan suatu fungsi kumulatif *hazard* sebagai berikut:

$$H(t) = \int_0^t h(u)du \quad (2.2.6)$$

maka, diperoleh:

$$S(t) = \exp(-H(t)) \text{ atau } H(t) = -\ln S(t)$$

2.3 Pemodelan *Proportional Hazard* [7]

Pada analisis *survival* terdapat beberapa pemodelan yang dapat digunakan yaitu, model *Proportional Hazard*, model *Accelerated Failure Time* (AFT), model *Additive*, dan model *Buckley-James*.

Model *Proportional Hazard* digunakan untuk memperkirakan pengaruh variabel-variabel bebas terhadap waktu terjadinya suatu *event*. Model ini digolongkan dalam bentuk semi-parametrik karena merupakan penggabungan antara model parametrik dengan non-parametrik.

Fungsi *hazard* $h(t)$ didefinisikan sebagai laju terjadinya *event* sesaat dengan asumsi individu telah bertahan sampai waktu ke- t . Semakin besar nilai *hazard*

mengindikasikan bahwa resiko kegagalan yang dialami individu semakin tinggi sehingga kemampuan bertahannya semakin kecil. Fungsi *hazard* dapat berupa fungsi naik, turun, konstan, atau menunjukkan fungsi yang lebih kompleks.

Dalam model *Proportional Hazard*, hubungan antara fungsi *hazard* dengan variabel-variabel bebas yang mempengaruhinya secara umum dinyatakan sebagai berikut:

$$h(t) = \exp(\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p) h_0(t) \quad (2.3.7)$$

dimana :

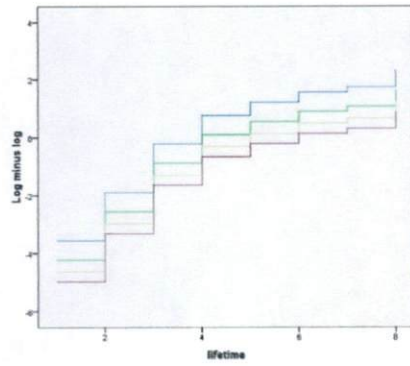
$x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$: variabel bebas.

$h_0(t)$: *baseline hazard* merupakan nilai fungsi *hazard* pada saat semua variabel bebas bernilai 0. Fungsi ini hanya melibatkan waktu *survival t*.

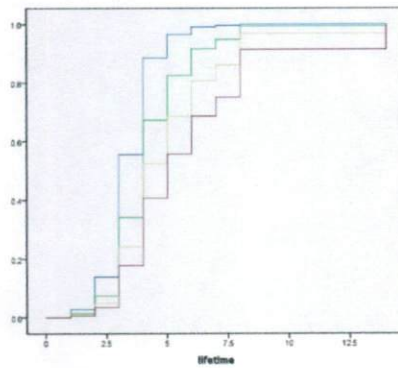
$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_p$: koefisien regresi.

Pada model *Proportional Hazard* diasumsikan bahwa hubungan antara kumulatif *hazard* pada variabel bebas sudah proporsional atau konstan pada setiap waktu. Asumsi ini dapat diperkirakan dengan melihat pola plot $-\ln[-\ln\hat{S}(t)]$ terhadap waktu *survival (t)* untuk setiap variabel bebas. Apabila plot dalam satu variabel penjelas terlihat sejajar atau tidak bersilangan, maka asumsi *Proportional Hazard* terpenuhi.





Gambar 2.3.1. Contoh pola plot yang memenuhi asumsi *Proportional Hazard*



Gambar 2.3.2. Contoh pola plot yang tidak memenuhi asumsi *Proportional Hazard*

2.3.1 Pendugaan pada Model *Proportional Hazard*

Untuk menduga parameter β pada model *Proportional Hazard* digunakan metode Pendugaan Kemungkinan Maksimum (PKM).

Misalkan :

n : banyaknya pengamatan

r : banyaknya pengamatan yang tidak tersensor

$n - r$: banyaknya pengamatan yang tersensor

Langkah pertama yang dilakukan adalah mengurutkan waktu *survival* pengamatan yang tidak tersensor dari waktu tercepat sampai waktu terlama :

$$t_1 < t_2 < t_3 < \dots < t_r$$

Misalkan $R(t_j)$ untuk $j = 1, 2, \dots, r$ dinotasikan sebagai himpunan resiko dari individu tidak tersensor dan mampu bertahan sesaat sebelum waktu t_j . Maka fungsi kemungkinan parsial untuk menduga β dari sebaran Weibull adalah sebagai berikut:

$$L(\beta) = \prod_{j=1}^r \frac{\exp(\vec{\beta}^T x_j)}{\sum_{l \in R_j} \exp(\vec{\beta}^T x_l)} \quad (2.3.8)$$

dimana,

x_j : variabel ketika individu yang diamati mampu bertahan pada waktu t_j

l : individu yang mampu bertahan dalam pengamatan.

$$\vec{\beta}^T = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)$$

Untuk memperoleh nilai β yang memaksimalkan nilai $L(\vec{\beta})$, digunakan

$\ln L(\vec{\beta})$ yang diturunkan terhadap β , yaitu:

$$\frac{d(\ln L(\vec{\beta}))}{d\vec{\beta}} = 0 \quad (2.3.9)$$

Persamaan (2.3.9) diselesaikan dengan algoritma *Newton Raphson* (Lampiran 1) dengan titik awal $\hat{\beta}^0 = 0$ yang dituliskan sebagai berikut:

$$\hat{\beta}^{j+1} = \hat{\beta}^j - \left[\frac{d^2 l(\hat{\beta}^j)}{d\beta^2} \right]^{-1} \frac{dl(\hat{\beta}^j)}{d\beta}$$

Iterasi berlangsung sampai diperoleh hasil yang konvergen.

2.3.2 Pendugaan Distribusi Data [7]

Pada analisis *survival* pendugaan fungsi kepekatan peluang dari data *survival* adalah salah satu tahap yang harus dilakukan. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan mencocokkan data yang ada dengan fungsi kepekatan peluang yang telah dikenal sebelumnya. Proses pencocokkan tersebut dilakukan melalui uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan hipotesis:

H_0 : Data mengikuti distribusi tertentu

H_1 : Data tidak mengikuti distribusi tertentu

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$D = \max |F(x) - S(x)| \quad (2.3.10)$$

dimana :

$F(x)$: Fungsi kumulatif sebaran

$S(x)$: Peluang kumulatif sampel

Dimana daerah penolakan adalah tolak H_0 jika nilai D_{hitung} lebih besar dari nilai D_{tabel} . Jika $\alpha = 0.05$ dengan banyak pengamatan n maka D_{tabel} sebagai berikut:

$$D_{tabel} = \frac{1.36}{\sqrt{n}} \quad (2.3.11)$$

2.3.3 Pengujian Parameter

Uji signifikansi parameter model yang dapat dilakukan yaitu uji parsial atau uji Wald. Uji Wald dilakukan untuk mengetahui apakah masing-masing variabel bebas berpengaruh signifikan secara individu terhadap fungsi *hazard*. Untuk variabel bebas x_j ($j = 1, 2, \dots, p$), hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

Statistik Uji pada pengujian ini adalah :

$$\chi_w^2 = \left(\frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \right)^2$$

dengan daerah penolakan yaitu tolak H_0 jika $\chi_{hitung}^2 > \chi_{1,\alpha}^2$ atau $p - value < \alpha$ (α adalah taraf nyata pengujian).

$(SE(\hat{\beta}_j))$ adalah standar error dari koefisien regresi. Nilai negatif dari turunan kedua dari fungsi $\ln L(\hat{\beta}_j)$ disebut fungsi informasi pengamatan, yang dibandingkan dengan $i(\hat{\beta}_j)$, atau:

$$i(\hat{\beta}_j) = - \left(\frac{\delta^2 \ln L(\hat{\beta}_j)}{\delta \beta^2} \right)$$

sehingga,

$$SE(\hat{\beta}_j) \approx \frac{1}{\sqrt{i(\hat{\beta}_j)}}$$

2.3.4 Seleksi Model Terbaik

Salah satu seleksi model terbaik yang dapat digunakan dalam analisis *survival* adalah metode eliminasi *Backward*. Prosedur dalam eliminasi *Backward* adalah:

1. Membuat model regresi yang memasukkan semua variabel bebas.
2. Hitung statistik *Wald* (χ_w^2) untuk setiap variabel bebas pada model dan tentukan yang signifikan.
3. Pilih variabel dengan nilai signifikansi terbesar. Jika nilai signifikansi lebih kecil dari nilai α_{out} maka tidak ada variabel yang dikeluarkan dari model dan proses selesai, jika nilai signifikansi lebih besar dari nilai α_{out} maka variabel tersebut dikeluarkan dari model dan lanjutkan ke langkah 4.
4. Bentuk model baru dengan mengeluarkan variabel tersebut dari model sebelumnya. Selanjutnya ulangi langkah 2 dan 3 sampai tidak ada lagi variabel yang dapat dikeluarkan dari model dan proses selesai.

2.3.5 Odds Ratio

Odds didefinisikan sebagai dua peristiwa yang berkebalikan, misalnya kategori gagal dengan sukses. *Odds ratio* merupakan suatu ukuran yang digunakan untuk mengetahui tingkat resiko (kecenderungan) yaitu perbandingan *odds* antara individu dengan kondisi variabel bebas X pada kategori sukses dengan kategori gagal. Nilai pendugaan dari *odds ratio* diperoleh dengan mengeksponensialkan koefisien regresi masing-masing variabel bebas yang signifikan berhubungan dengan fungsi *hazard*-nya. Misalnya X adalah variabel bebas dengan dua kategori yaitu 0 dan 1.

Hubungan antara variabel X dan $h(t)$ dinyatakan dengan $h(t|x_j) = h_0(t) \exp^{\beta x_j}$.

Maka pada variabel kategorik:

1. Fungsi *hazard* dari individu dengan $x_j = 1$ adalah

$$h(t|x_j = 1) = h_0(t)e^{\beta \cdot 1} = h_0(t)e^{\beta}$$

2. Fungsi *hazard* dari individu dengan $x_j = 0$ adalah

$$h(t|x_j = 0) = h_0(t)e^{\beta \cdot 0} = h_0(t)$$

3. *Odds Ratio* antara individu dengan $x_j = 1$ dibanding $x_j = 0$ (dengan asumsi bahwa variabel lain bernilai sama) adalah:

$$OR = \frac{h_0(t|x_j = 1)}{h_0(t|x_j = 0)} = \frac{h_0(t)e^{\beta}}{h_0(t)} = e^{\beta} \quad (2.3.12)$$

Diperoleh nilai OR yang artinya bahwa tingkat kecepatan terjadinya *event* pada individu dengan kategori $x = 1$ adalah sebesar e^{β} kali tingkat kecepatan

terjadinya resiko terjadinya *event* pada individu dengan kategori $x = 0$.

Pada variabel kontinu, nilai dari e^β dapat diinterpretasikan sebagai perbandingan *odds* antara individu dengan nilai X lebih besar 1 satuan dibanding individu lain.

2.4 Demam Berdarah [11]

Demam berdarah adalah penyakit akut yang disebabkan oleh virus *dengue* yang ditularkan oleh nyamuk. Penyakit ini umumnya ditandai oleh demam tinggi mendadak, sakit kepala hebat, rasa sakit di belakang mata, otot dan sendi, hilangnya nafsu makan, mual-mual dan ruam. Gejala pada anak-anak dapat berupa demam ringan yang disertai ruam. Demam berdarah yang lebih parah ditandai dengan demam tinggi yang bisa mencapai suhu $40 - 41^{\circ}C$ selama dua sampai tujuh hari, wajah kemerahan, dan gejala lainnya yang menyertai demam berdarah ringan.



Gambar 2.4.3. Gejala ruam pada penderita penyakit demam berdarah

Berikutnya dapat muncul kecenderungan pendarahan, seperti memar, hidung dan gusi berdarah, dan juga pendarahan dalam tubuh. Pada kasus yang sangat parah, keadaan ini mungkin berlanjut pada kegagalan saluran pernapasan, *shock*

dan kematian. Setelah terinfeksi oleh salah satu dari empat jenis virus, tubuh akan memiliki kekebalan terhadap virus itu, tapi tidak menjamin kekebalan terhadap tiga jenis virus lainnya.

Penyakit ini tidak dapat ditularkan langsung dari orang ke orang. Demam berdarah ditularkan pada manusia melalui gigitan nyamuk betina *Aedes aegypti* yang terinfeksi virus *dengue*. DBD pada umumnya menyerang anak-anak, namun dalam beberapa dekade terakhir ini terlihat adanya kecenderungan kenaikan proporsi pada umur yang lebih dewasa.



Gambar 2.4.4. Nyamuk *Aedes aegypti*

Pola berjangkit infeksi virus *dengue* dipengaruhi oleh iklim dan kelembaban udara. Pada suhu yang panas ($28-32^{\circ}C$) dengan kelembaban yang tinggi, nyamuk *Aedes* akan tetap bertahan hidup untuk jangka waktu yang lama. Jangka masa inkubasi adalah 3 sampai 14 hari, umumnya 4 sampai 7 hari. Tidak ada perawatan khusus untuk demam berdarah. Obat-obatan diberikan untuk meringankan demam dan rasa sakit. Penderita sebaiknya segera dirawat, dan dijaga jumlah cairan

tubuhnya. Dengan perawatan yang tepat dan segera, tingkat kematian tidak mencapai 1%.

Saat ini tidak tersedia vaksin untuk demam berdarah. Karena itu, pencegahan terbaik adalah dengan menghilangkan genangan air yang dapat menjadi sarang nyamuk dan menghindari gigitan nyamuk.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data rekam medis pasien demam berdarah R.S M.Djamil Padang periode Januari sampai Desember 2011. Banyaknya data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 200 data dari 407 data penderita penyakit demam berdarah.

Pada penelitian ini waktu *survival* didefinisikan sebagai lama rawat inap yang didefinisikan dengan cara sebagai berikut:

1. Waktu awal adalah ketika pasien pertama kali masuk rawat inap.
2. *Event* adalah saat dimana penderita demam berdarah dinyatakan boleh pulang karena keadaan membaik dan berada dalam batas periode pengamatan.
3. Interval waktu (dalam satuan hari) adalah interval dari waktu penderita pertama kali masuk rawat inap sampai dinyatakan boleh pulang karena keadaan membaik.

Jika seorang pasien masuk rawat inap hingga dinyatakan boleh pulang karena keadaan membaik dalam perawatan R.S M.Djamil Padang dan dalam batas periode penelitian, maka data waktu *survival* dikategorikan sebagai data *survival* tidak

tersensor. Jika seorang pasien rawat inap mengalami salah satu dari beberapa hal yaitu melebihi batas penelitian atau meninggal, atau pindah rumah sakit maka data *survival* dikatakan tersensor. Waktu data tersensor di hitung mulai dari awal penelitian sampai waktu dimana pasien tidak dapat diobservasi.

Variabel bebas pada penelitian ini adalah:

1. Usia, dinotasikan dengan x_1 , yaitu usia pasien saat masuk rawat inap.
2. Jenis kelamin dinotasikan dengan x_2

Jenis kelamin pasien saat masuk rawat inap berupa variabel kategorik, dimana simbol 0 diberikan untuk pasien berjenis kelamin laki-laki dan 1 untuk perempuan.

3. Kadar Hematokrit, dinotasikan dengan x_3

Kadar hematokrit adalah volume eritrosit yang dimampatkan. Istilah lainnya adalah volume sel-sel eritrosit dalam 100ml darah dan dinyatakan dalam %. Kisaran normal dari hematokrit adalah 40-54% untuk laki-laki dan 36-47% untuk wanita. Pada penderita penyakit demam berdarah, semakin besar kadar hematokrit pasien maka keadaan pasien cenderung lebih parah dan sebaliknya. Kadar hematokrit yang digunakan pada penelitian ini adalah pada saat pasien pertama kali masuk rawat inap.

4. Jumlah Trombosit, dinotasikan dengan x_4

Trombosit adalah bagian terkecil dari unsur sel sumsum tulang dan sangat

penting peranannya dalam pembekuan darah. Kira-kira sepertiga dari trombosit berada dalam limpa sebagai sumber cadangan dan sisanya berada dalam sirkulasi. Kisaran normal dari jumlah trombosit adalah $150.000 - 400.000/\mu l$. Pada penderita penyakit demam berdarah, semakin kecil jumlah trombosit seseorang maka akan semakin parah pula penyakit pasien demam berdarah dan sebaliknya. Jumlah trombosit yang digunakan pada penelitian ini adalah pada saat pasien pertama kali masuk rawat inap.

5. Lama Demam dinotasikan dengan x_5

Lamanya demam sebelum pasien masuk rawat inap.

6. Suhu Tubuh, dinotasikan dengan x_6

Suhu tubuh saat pasien pertama kali masuk rawat inap.

7. Hemoglobin, dinotasikan dengan x_7

Hemoglobin adalah molekul protein dalam sel darah merah yang membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh dan karbon dioksida dari jaringan ke paru-paru. Kisaran normal dari hemoglobin adalah 13-16 gr/dl untuk laki-laki dan 12-15 gr/dl untuk wanita. Pada penderita penyakit demam berdarah, hemoglobin pasien cenderung menurun dari kisaran normal. Hemoglobin yang digunakan pada penelitian ini adalah pada saat pasien pertama kali masuk rawat inap.

8. Leukosit, dinotasikan dengan x_8

Leukosit merupakan nama lain dari sel darah putih yang berfungsi melawan penyakit yang disebabkan oleh bakteri, virus atau parasit. Nilai normalnya berkisar $5.000 - 10.000/\mu l$. Pada penderita penyakit demam berdarah, semakin kecil jumlah leukosit seseorang maka akan semakin parah pula penyakit pasien demam berdarah dan sebaliknya. Jumlah leukosit yang digunakan pada penelitian ini adalah pada saat pasien pertama kali masuk rawat inap.

3.2 Metode

3.2.1 Metode Pengambilan Data

Pemilihan data dilakukan dengan menggunakan teknik pengambilan secara sistematis. Populasi pada penelitian ini adalah banyaknya penderita pasien demam berdarah di R.S M.Djamil Padang pada periode Januari sampai Desember 2011. Dari populasi berukuran $N = 407$, akan diambil contoh acak sebanyak $n = 200$, dengan langkah sebagai berikut:

1. Menentukan interval, dinotasikan k dengan rumus:

$$k = \frac{N}{n} = \frac{407}{200} = 2.035 \approx 2$$

2. Menentukan secara acak sebuah bilangan acak dari bilangan 1-2, terpilih bilangan 1.
3. Memilih pengamatan berikutnya dengan cara menambahkan $k = 2$ terhadap angka acak yang terpilih. Jadi pengamatan yang terpilih kedua

adalah $1 + 2 = 3$, ketiga adalah $3 + 2 = 5$, demikian seterusnya sampai terpilih sebanyak 200 satuan pengamatan.

3.2.2 Metode Analisis

Setelah mengambil data, selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan langkah-langkah analisis sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui karakteristik penderita penyakit demam berdarah yang dirawat di R.S M.Djamil Padang, maka langkah analisis yang dilakukan adalah:
 - Membuat histogram untuk variabel kontinu dan diagram lingkaran untuk variabel kategorik untuk mengetahui karakteristik pasien.
 - Menganalisis karakteristik pasien berdasarkan nilai histogram dan diagram lingkaran.
2. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi fungsi *survival* penderita penyakit demam berdarah yang dirawat di R.S M.Djamil Padang, langkah-langkah analisisnya sebagai berikut:
 - Melakukan pemeriksaan distribusi data waktu *survival* dengan menggunakan statistik uji *Kolmogorov-Smirnov*. Dengan Uji ini akan diperiksa apakah sebaran weibull cocok dengan data.

Langkah-langkah pengujian untuk sebaran weibull adalah:

- menduga parameter sebaran weibull. Pendugaan dilakukan dengan metode kemungkinan maksimum.

- Melakukan pengujian *Kolmogorov-Smirnov* untuk sebaran Weibull, dengan hipotesis:

H_0 : Data mengikuti distribusi Weibull

H_1 : Data tidak mengikuti distribusi Weibull

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$D = \max |F(x) - S(x)| \quad (3.2.1)$$

dimana :

$F(x)$: Fungsi kumulatif sebaran

$S(x)$: Peluang kumulatif sampel

Dengan daerah penolakan yaitu tolak H_0 jika nilai D_{hitung} lebih besar dari nilai D_{tabel} . Jika $\alpha = 0.05$ dengan banyak pengamatan n maka D_{tabel} sebagai berikut:

$$D_{tabel} = \frac{1.36}{\sqrt{n}} \quad (3.2.2)$$

- Menyusun model regresi.
- Melakukan seleksi model terbaik dengan eliminasi *Backward*.
- Mencari faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan pasien demam berdarah berdasarkan model terbaik.
- Melakukan pemeriksaan asumsi *proportional hazard* dengan menggunakan plot $-\ln[-\ln\hat{S}(t)]$

3. Menduga laju kesembuhan pasien penderita penyakit demam berdarah dengan menghitung taksiran fungsi *hazard* dari model yang terbentuk pada waktu t .
4. Menginterpretasikan model yang terbentuk dengan dua cara, yaitu:
 - Menghitung nilai *odd ratio* dari variabel bebas yang berpengaruh terhadap model untuk mengetahui perbandingan laju kesembuhan setiap kategori dari variabel bebas.
 - Membuat grafik taksiran fungsi *hazard* untuk mengetahui perbandingan laju kesembuhan pasien dari setiap variabel bebas pada waktu t .

3.3 *Software*

Software yang digunakan untuk membantu mengolah data dalam penelitian ini adalah *Software* SPSS 16 dan Minitab 14.

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

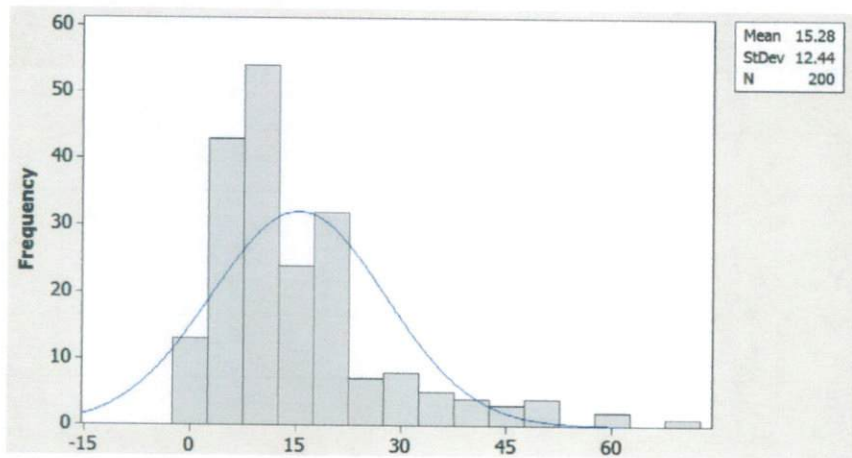
Pada bab ini akan dibahas mengenai analisis deskriptif karakteristik penderita penyakit demam berdarah yang dirawat di R.S.M.Djamil Padang berdasarkan usia, jenis kelamin, kadar hematokrit, jumlah trombosit, lamanya demam, suhu tubuh dan hemoglobin. Selanjutnya, model regresi *proportional hazard* akan digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi waktu *survival* penderita penyakit demam berdarah yang dirawat di R.S.M.Djamil Padang.

4.1 Karakteristik Penderita Penyakit Demam Berdarah

Sebelum membahas analisis *survival* untuk mengetahui model regresi *proportional hazard* dari data penderita penyakit demam berdarah selama Januari sampai Desember 2011 terlebih dahulu dilakukan analisis statistika deskriptif terhadap variabel karakteristik pasien demam berdarah. Alat yang digunakan untuk mengetahui karakteristik ataupun gambaran umum tentang penderita penyakit demam berdarah adalah histogram dan diagram lingkaran.

4.1.1 Usia

Rata-rata dari usia pasien Demam Berdarah RS. M.Djamil Padang yaitu 15.28 tahun dengan usia minimum 1 tahun dan usia maximum 68 tahun.

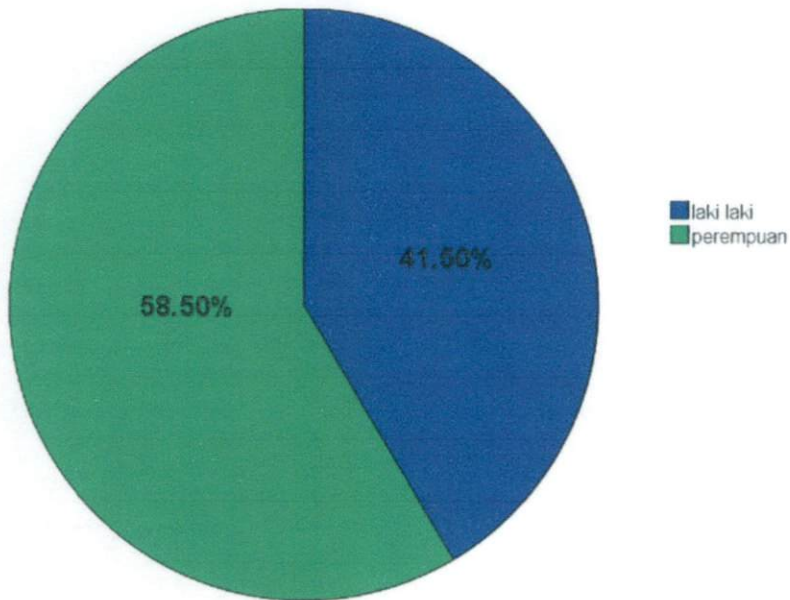


Gambar 4.1.1. Histogram Usia Penderita Penyakit Demam Berdarah

Gambar 4.1.1 menunjukkan histogram usia penderita penyakit demam berdarah. Dari gambar tersebut dilihat bahwa histogram menjulur ke kanan yang menggambarkan bahwa penderita penyakit demam berdarah di RS.M.Djamil Padang pada tahun 2011 cenderung berusia anak-anak dan remaja.

4.1.2 Jenis Kelamin

Gambar 4.1.2 menunjukkan diagram lingkaran jenis kelamin penderita penyakit demam berdarah.



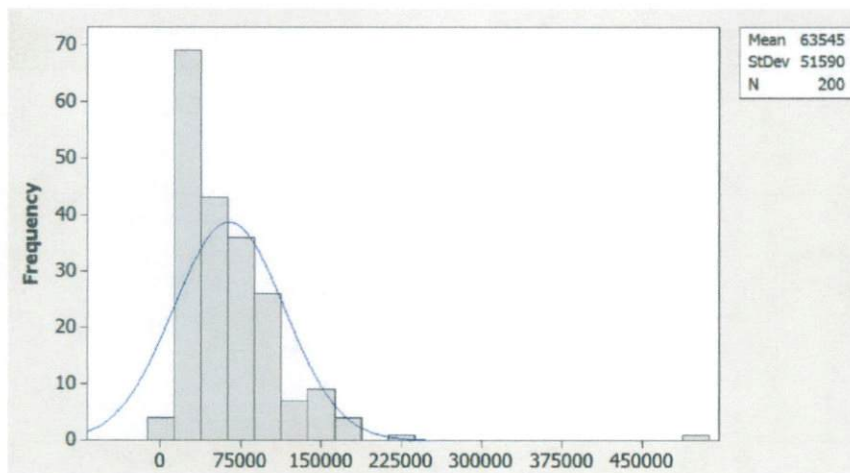
Gambar 4.1.2. Diagram Lingkaran Jenis Kelamin Penderita Penyakit Demam Berdarah

Dari gambar tersebut dilihat bahwa penderita penyakit demam berdarah di RS.M.Djamil Padang pada tahun 2011 cenderung lebih banyak berjenis kelamin perempuan.

4.1.3 Jumlah Trombosit

Trombosit adalah bagian terkecil dari unsur sel sumsum tulang dan sangat penting peranannya dalam pembekuan darah. Kisaran normal dari jumlah trombosit adalah $150.000 - 400.000/\mu\text{l}$. Pada penderita penyakit demam berdarah, semakin kecil jumlah trombosit seseorang maka akan semakin parah pula penyakit pasien demam berdarah dan sebaliknya.

Rata-rata dari jumlah trombosit pasien demam berdarah di RS. M.Dajmil Padang sebesar $63540/\mu\text{l}$ dengan jumlah trombosit minimum $10000/\mu\text{l}$ dan jumlah trombosit terbesar $510000/\mu\text{l}$. Gambar 4.1.3 menunjukkan histogram trombosit penderita penyakit demam berdarah.



Gambar 4.1.3. Histogram Trombosit Penderita Penyakit Demam Berdarah

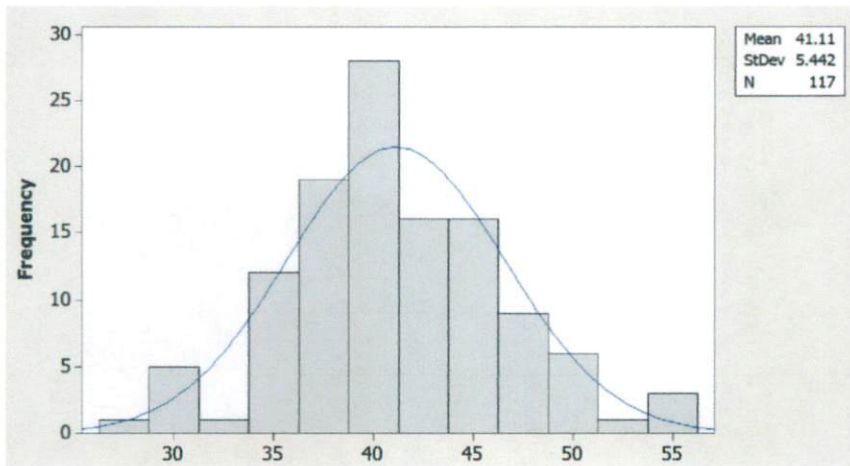
Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa histogram menjulur ke kanan yang menggambarkan bahwa penderita penyakit demam berdarah di RS.M.Dajmil Padang pada tahun 2011 cenderung memiliki jumlah trombosit kurang dari jumlah

trombosit normal (min 150.000/ μ l). Dan juga dapat dilihat bahwa masih terdapat pasien yang keadaannya sangat labil karena hanya memiliki jumlah trombosit sebesar 10.000/ μ l.

4.1.4 Kadar Hematokrit

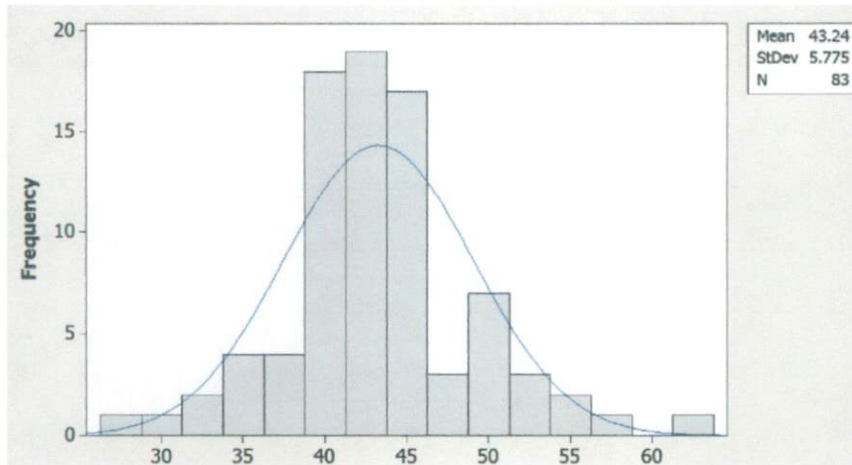
Kadar hematokrit adalah volume eritrosit yang dimampatkan yang dinyatakan dalam %. Kisaran normal dari hematokrit adalah 40-54% untuk laki-laki dan 36-47% untuk wanita. Pada penderita penyakit demam berdarah, semakin besar kadar hematokrit pasien maka keadaan pasien cenderung lebih parah dan sebaliknya.

Rata-rata kadar hematokrit pasien demam berdarah yang berjenis kelamin perempuan di RS. M.Djamil Padang adalah 41.11% dengan kadar terendah adalah 28% dan kadar tertinggi sebesar 54%. Gambar 4.1.4 menunjukkan histogram hematokrit penderita penyakit demam berdarah yang berjenis kelamin perempuan.



Gambar 4.1.4. Histogram Hematokrit Penderita Penyakit Demam Berdarah Berjenis Kelamin Perempuan

Rata-rata kadar hematokrit pasien demam berdarah yang berjenis kelamin laki-laki di RS. M.Djamil Padang adalah 43.24% dengan kadar terendah adalah 28.7% dan kadar tertinggi sebesar 62%. Gambar 4.1.5 menunjukkan histogram hematokrit penderita penyakit demam berdarah yang berjenis kelamin laki-laki.

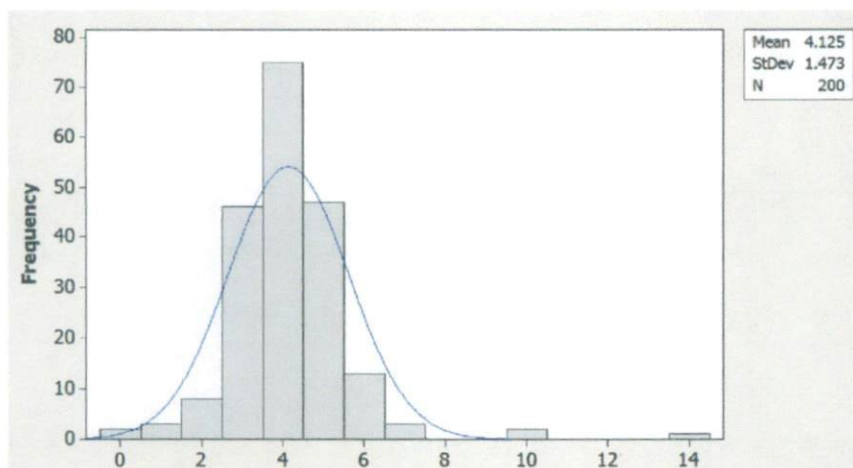


Gambar 4.1.5. Histogram Hematokrit Laki-Laki Penderita Penyakit Demam Berdarah Berjenis Kelamin Laki-Laki

Dari kedua gambar tersebut dapat dilihat bahwa histogram cenderung mengikuti pola sebaran normal yang menggambarkan bahwa penderita penyakit demam berdarah di RS.M.Djamil Padang pada tahun 2011 sebahagian besar memiliki kadar hematokrit yang normal.

4.1.5 Lama Demam

Rata-rata pasien mengalami demam sebelum dinyatakan masuk rawat inap adalah 4,12 (5 hari) dengan demam terlama 14 hari.

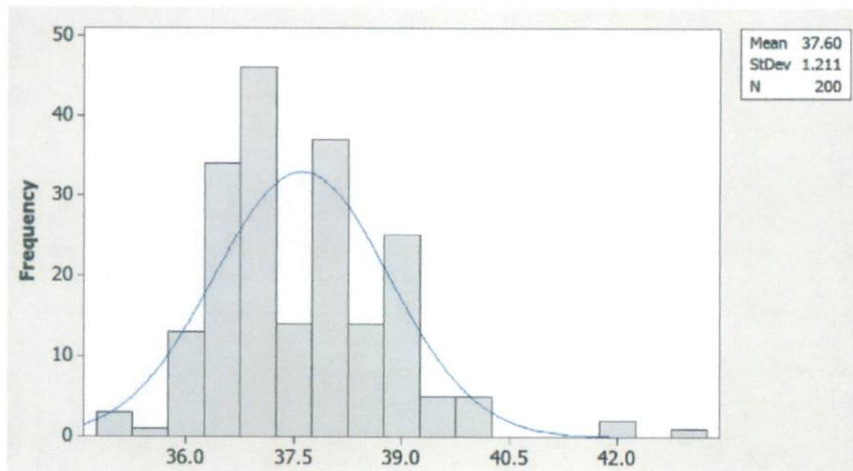


Gambar 4.1.6. Histogram Lama Demam Sebelum Masuk Rawat Inap

Gambar 4.1.6 menunjukkan histogram lama demam sebelum masuk rawat inap. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa histogram cenderung mengikuti pola sebaran normal yang menggambarkan penderita penyakit demam berdarah di RS.M.Djamil Padang pada tahun 2011 sebahagian besar mengalami gejala demam 4 hari sebelum dibawa ke rumah sakit. Namun terdapat pasien yang mengalami gejala demam selama 14 hari, hal ini merupakan suatu data pencilan.

4.1.6 Suhu Pasien

Rata-rata suhu tubuh pasien adalah $37.6^{\circ}C$ dengan suhu terendah $35^{\circ}C$ dan suhu tertinggi $43^{\circ}C$.



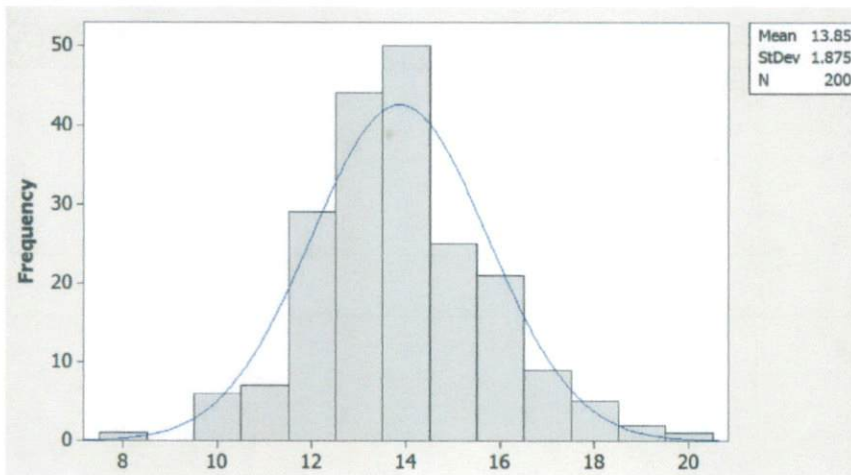
Gambar 4.1.7. Histogram Suhu Tubuh Penderita Penyakit Demam Berdarah

Gambar 4.1.7 menunjukkan histogram suhu tubuh penderita penyakit demam berdarah. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa histogram cenderung mengikuti pola sebaran normal yang menggambarkan penderita penyakit demam berdarah di RS.M.Djamil Padang pada tahun 2011 bersuhu tubuh yang cenderung normal.

4.1.7 Hemoglobin

Hemoglobin adalah molekul protein dalam sel darah merah yang membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh dan karbon dioksida dari jaringan ke paru-paru. Kisaran normal dari hemoglobin adalah 13-16 gr/dl untuk laki-laki dan 12-15 gr/dl untuk wanita.

Rata-rata hemoglobin pasien demam berdarah di RS. M.Djamil Padang adalah 13.852 gr/dl dengan hb terendah adalah 8.1 gr/dl dan hb tertinggi sebesar 20.1 gr/dl.



Gambar 4.1.8. Histogram Hemoglobin Penderita Penyakit Demam Berdarah

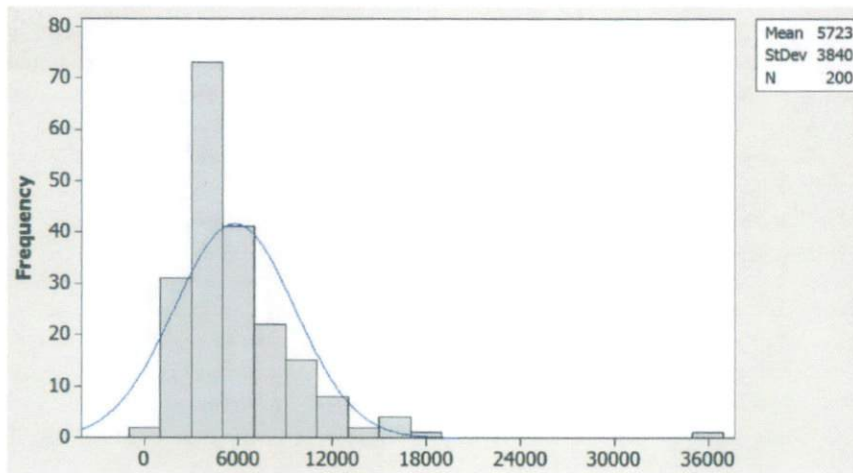
Gambar 4.1.8 menunjukkan histogram hemoglobin penderita penyakit demam berdarah. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa histogram cenderung mengikuti pola sebaran normal yang menggambarkan penderita penyakit demam berdarah di RS.M.Djamil Padang pada tahun 2011 sebahagian besar memiliki hemoglobin yang normal.

4.1.8 Leukosit

Leukosit merupakan nama lain dari sel darah putih yang berfungsi melawan penyakit yang disebabkan oleh bakteri, virus atau parasit. Nilai normalnya berkisar 5.000–10.000/ μ l. Pada penderita penyakit demam berdarah, semakin kecil jumlah

leukosit seseorang maka akan semakin parah pula penyakit pasien demam berdarah dan sebaliknya.

Rata-rata leukosit pasien demam berdarah di RS. M.Djamil Padang adalah $5654.25/\mu l$. dengan leukosit terendah adalah $1200/\mu l$. dan leukosit tertinggi sebesar $17000/\mu l$.

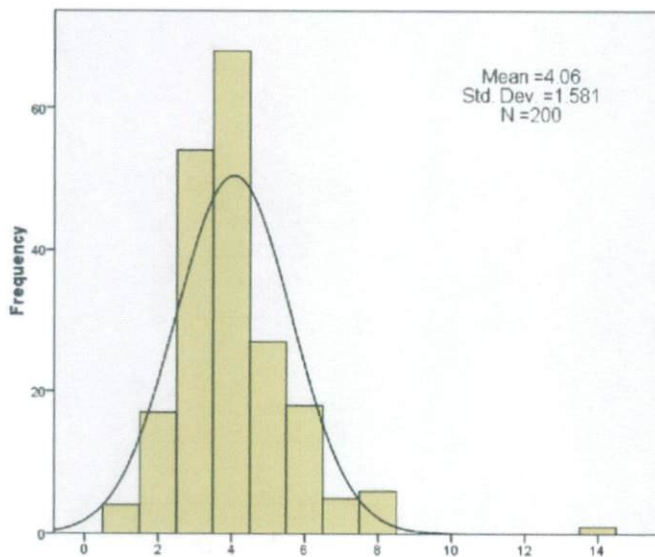


Gambar 4.1.9. Histogram Leukosit Penderita Penyakit Demam Berdarah

Gambar 4.1.9 menunjukkan histogram leukosit penderita penyakit demam berdarah. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat histogram menjulur ke kanan yang menggambarkan penderita penyakit demam berdarah di RS.M.Djamil Padang pada tahun 2011 sebahagian besar memiliki leukosit dibawah kadar leukosit normal.

4.1.9 Waktu *Survival*

Gambar 4.1.10 memperlihatkan bentuk histogram dan statistik deskriptif data lamanya rawat inap pasien demam berdarah sampai dinyatakan boleh pulang karena keadaan membaik.



Gambar 4.1.10. Histogram lamanya rawat inap pasien demam berdarah

Gambar tersebut menunjukkan bahwa data lama waktu (*lifetime*) tidak simetris yang dapat dibuktikan dengan nilai *skewness* data lama waktu tersebut. Nilai *skewness* data sebesar 1.67359 artinya data lamanya rawat inap pasien demam berdarah bertahan sampai akhirnya diperbolehkan pulang menjulur ke arah kanan.

4.2 Pendugaan Distribusi Waktu *Survival*

Untuk mengetahui distribusi data lamanya rawat inap pasien demam berdarah dilakukan pendugaan distribusi weibull melalui uji *Kolmogorov-Smirnov*. Berdasarkan langkah pendugaan parameter untuk distribusi weibull (Lampiran 3), diperoleh parameter $\eta = 4.81$ dan $\beta = 2.64$.

Berdasarkan perhitungan D (Lampiran 2), maka diperoleh $D_{hitung} = 0.0809$. Sedangkan, dengan taraf uji $\alpha = 0.05$ diketahui bahwa nilai D_{tabel} dengan $n = 200$ adalah sebagai berikut:

$$D_{tabel} = \frac{1.36}{\sqrt{200}} = 0.096$$

Karena $D_{hitung} < D_{tabel}$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak tolak H_0 atau data mengikuti sebaran Weibull (β, η) dengan fungsi kepekatan peluang sebagai berikut:

$$f(t) = \left(\frac{\beta}{\eta}\right) \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta\right) \quad (4.2.1)$$

Keterangan:

η : parameter skala

β : parameter bentuk

4.3 Pemodelan Waktu Survival Menggunakan Model Regresi *Proportional Hazard*

Dengan fkp distribusi weibull pada Persamaan (4.2.1) dan memasukkan parameter $\eta = 4.81$ dan $\beta = 2.64$ diperoleh fkp dari waktu *survival* t :

$$f(t) = \left(\frac{2.64}{4.81}\right) \left(\frac{t}{4.81}\right)^{2.64-1} \exp\left(-\left(\frac{t}{4.81}\right)^{2.64}\right)$$

Diketahui juga fungsi kumulatifnya adalah

$$F(t) = \int_0^t \frac{2.64}{4.81} \left(\frac{y}{4.81}\right)^{1.64} \exp\left(-\left(\frac{y}{4.81}\right)^{2.64}\right) dy$$

misalkan :

$$u = \left(\frac{y}{4.81}\right)^{2.64}$$

maka,

$$\begin{aligned} du &= \left(\frac{1}{4.81}\right)^{2.64} \cdot (2.64)y^{1.64} dy \\ &= \left(\frac{1}{4.81}\right)^{2.64} \cdot (2.64) \cdot y^{1.64} dy \\ &= \left(\frac{2.64}{4.81}\right) \cdot \left(\frac{1}{4.81}\right)^{1.64} \cdot y^{1.64} dy \\ &= \left(\frac{2.64}{4.81}\right) \cdot \left(\frac{y}{4.81}\right)^{1.64} dy \\ \left(\frac{4.81}{2.64}\right) du &= \left(\frac{y}{4.81}\right)^{1.64} dy \end{aligned}$$

sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned}
 F(t) &= \int_0^t \left(\frac{2.64}{4.81}\right) \left(\frac{y}{4.81}\right)^{1.64} \exp\left(\frac{y}{4.81}\right)^{2.64} dy \\
 &= \int_0^t \left(\frac{2.64}{4.81}\right) \left(\frac{t}{4.81}\right)^{1.64} \exp\left(-\left(\frac{t}{4.81}\right)^{2.64}\right) dy \\
 &= \int_0^t \left(\frac{2.64}{4.81}\right) \left(\frac{4.81}{2.64}\right) \exp(-u) du \\
 &= \int_0^t \exp(-u) du \\
 &= -[\exp(-u)]_0^t \\
 &= -\left[\exp\left(-\left(\frac{y}{4.81}\right)^{2.64}\right)\right]_0^t \\
 &= 1 - \exp\left(-\left(\frac{t}{4.81}\right)^{2.64}\right),
 \end{aligned}$$

dan fungsi *survival* adalah

$$S(t) = 1 - F(t) = 1 - \left[1 - \exp\left(-\left(\frac{t}{4.81}\right)^{2.64}\right)\right] = \exp\left(-\left(\frac{t}{4.81}\right)^{2.64}\right). \quad (4.3.2)$$

Fungsi *hazard* dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 h(t) &= \frac{f(t)}{S(t)} \\
 &= \frac{\frac{2.64}{4.81} \left(\frac{t}{4.81}\right)^{1.64} \exp\left(-\left(\frac{t}{4.81}\right)^{2.64}\right)}{\exp\left(-\left(\frac{t}{4.81}\right)^{2.64}\right)} \\
 &= 0.55 \left(\frac{t}{4.81}\right)^{1.64}.
 \end{aligned}$$

Fungsi *hazard* untuk pasien ke-*i* dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$h_i(t) = 0.55 \left(\frac{t}{4.81}\right)^{1.64} \exp(\beta_i x_i). \quad (4.3.3)$$

Fungsi kumulatif *hazard*:

$$\begin{aligned} H(t) &= \int_0^t h(u) du \\ &= \int_0^t 0.55 \left(\frac{u}{4.81} \right)^{1.64} du \\ &= \left[\frac{0.55}{2.64} \left(\frac{1}{4.81} \right)^{1.64} u^{2.64} \right]_0^t \\ &= [(0.0158)u^{2.64}]_0^t \\ &= (0.0158)t^{2.64}. \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh,

$$\begin{aligned} \ln H(t) &= \ln [(0.0158)t^{2.64}] \\ &= \ln 0.0158 + 2.64 \ln t \\ &= \ln(-\ln(S(t))). \end{aligned}$$

Pada tahap selanjutnya dilakukan penyusunan model regresi *proportional hazard* untuk mengetahui variabel bebas apa saja yang berpengaruh terhadap laju kesembuhan demam berdarah. Pada penelitian ini digunakan metode eliminasi *backward* untuk memperoleh model terbaik. Model regresi pada eliminasi *backward* dimulai dengan melibatkan seluruh variabel bebas kemudian pada setiap langkah pemodelan, variabel bebas yang paling tidak signifikan dikeluarkan satu demi satu sampai tidak ada lagi variabel yang dapat dikeluarkan. Akhirnya diperoleh model regresi terbaik yaitu model yang hanya melibatkan seluruh variabel bebas yang

signifikan saja, seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4.3.1.

Dengan taraf uji $\alpha = 0.05$ diketahui bahwa nilai p untuk variabel hematokrit lebih kecil dari nilai α . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa variabel hematokrit signifikan mempengaruhi laju kesembuhan penderita penyakit demam berdarah.

Tabel 4.3.1. Nilai Taksiran Parameter pada Model Terbaik

Variabel	β_3	χ_w^2	Nilai P	Keputusan
Hematokrit (x_3)	-0.067	20.286	0.000	Tolak H_0

Dari hasil pendugaan distribusi data lamanya rawat inap pasien demam berdarah yang telah dilakukan sebelumnya, disimpulkan bahwa data berdistribusi weibull, sehingga dari Persamaan 4.3.3 dan nilai pada Tabel 4.3.1 dapat dibentuk model regresi *Proportional Hazard* sebagai berikut:

$$h_i(t) = 0.55 \left(\frac{t}{4.81} \right)^{1.64} \exp[-0.067x_3]$$

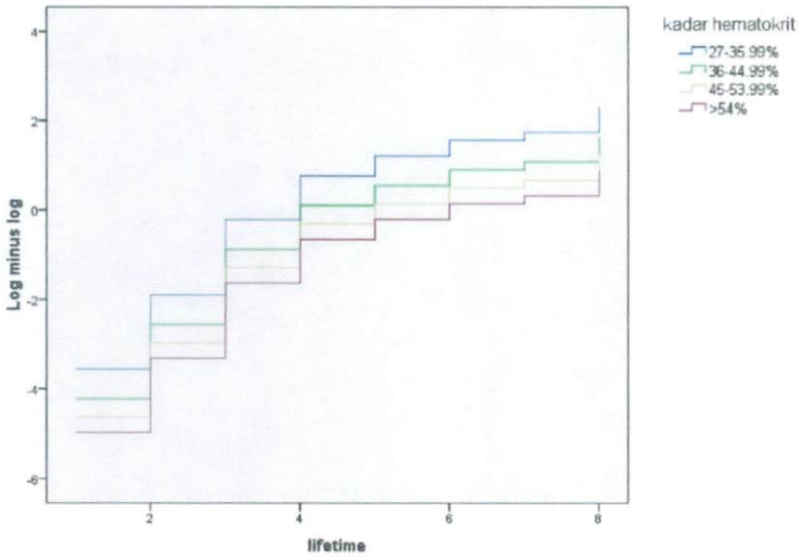
dimana

$$h_0(t) = 0.55 \left(\frac{t}{4.81} \right)^{1.64}$$

adalah nilai *baseline hazard*, $h_0(t)$ yaitu nilai fungsi *hazard* pada saat hematokrit = 0

Setelah pemodelan *Proportional Hazard*, selanjutnya dilakukan pengujian asumsi pemodelan *Proportional Hazard* melalui pola plot $-\ln[-\ln \hat{S}(t)]$ terhadap

variabel hematokrit yang mempengaruhi kesembuhan penderita penyakit demam berdarah.



Gambar 4.3.11. plot $-\ln[-\ln \hat{S}(t)]$ kadar hematokrit terhadap waktu *survival*

Gambar 4.2.11 memperlihatkan plot $-\ln[-\ln \hat{S}(t)]$ dari variabel hematokrit terhadap waktu *survival*. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa asumsi *Proportional Hazard* telah terpenuhi, karena faktor yang diduga mempengaruhi laju kesembuhan pasien demam berdarah mempunyai bentuk yang sejajar pada setiap levelnya sehingga faktor tersebut dapat dimodelkan dalam model weibull *proportional hazard*, sebagai berikut:

$$h_i(t) = 0.55 \left(\frac{t}{4.81} \right)^{1.64} \exp[-0.067x_3]$$

4.4 Laju Kesembuhan Penderita Penyakit Demam Berdarah

Melalui nilai *odd ratio* tiap variabel yang signifikan, dapat diketahui laju kesembuhan pasien demam berdarah.

Tabel 4.4.2. Nilai *Odds Ratio*

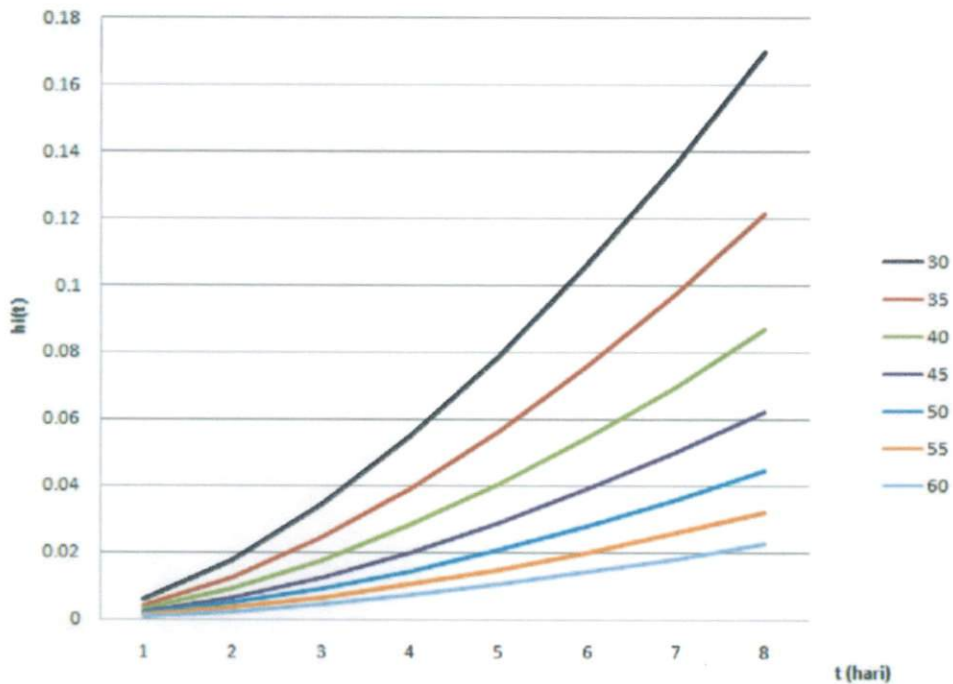
Variabel	β_3	Odds Ratio e^{β_3}
Hematokrit	-0.067	0.935

Variabel hematokrit merupakan variabel kontinu, nilai dari e^{β} mempunyai interpretasi perbandingan *odds ratio* antara individu dengan nilai hematokrit lebih besar 1 satuan dibanding individu lain. Berdasarkan nilai *odds ratio* pada Tabel 4.4.2, disimpulkan bahwa faktor hematokrit memiliki nilai *odds ratio* sebesar 0.935 yang artinya setiap pengurangan satu satuan kadar hemaktokrit pasien, maka resiko untuk mencapai kesembuhan adalah sebesar $1/0.935$ kali atau pasien yang memiliki kadar hematokrit 1% lebih rendah memiliki resiko kesembuhan sebesar $1/0.935$ kali (1.0692 kali).

Laju kesembuhan penderita demam berdarah diperoleh dengan memisalkan nilai waktu (t) pada fungsi hazard yang telah diperoleh sebelumnya. Pemilihan waktu didasarkan pada waktu minimum maupun maksimum dari data waktu *survival* 200 penderita demam berdarah.

Tabel 4.4.3. Taksiran model fungsi hazard terhadap kadar hematokrit pada t

t	h(t)						
	30	35	40	45	50	55	60
1	0.00561	0.00401	0.00287	0.00205	0.00147	0.00105	0.00075
2	0.01747	0.01250	0.00894	0.00640	0.00458	0.00327	0.00234
3	0.03398	0.02430	0.01739	0.01244	0.00890	0.00636	0.00455
4	0.05446	0.03896	0.02787	0.01994	0.01426	0.01020	0.00730
5	0.07853	0.05617	0.04018	0.02874	0.02056	0.01470	0.01052
6	0.10590	0.07575	0.05419	0.03876	0.02773	0.01984	0.01419
7	0.13636	0.09754	0.06977	0.04991	0.03570	0.02554	0.01827
8	0.16974	0.12142	0.08686	0.06213	0.04445	0.03179	0.02274



Gambar 4.4.12. Laju kesembuhan berdasarkan kadar hematokrit

Gambar 4.4.12 menunjukkan bahwa laju kesembuhan dari pasien demam berdarah yang memiliki hematokrit 60% lebih rendah dibandingkan laju kesembuhan dari pasien demam berdarah yang memiliki hematokrit 30%. Hal tersebut terlihat dari grafik laju kesembuhan untuk pasien yang memiliki hematokrit 60% berada di bawah laju kesembuhan untuk pasien yang memiliki hematokrit 30%. Jadi, pasien dengan kadar hematokrit lebih besar laju kesembuhannya lebih rendah dari pasien dengan kadar hematokrit lebih kecil. Semakin besar kadar hematokrit penderita penyakit demam berdarah maka semakin rendah laju kesembuhannya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengumpulan data, pengolahan dan analisis, maka kesimpulan yang dapat diperoleh adalah:

1. Pasien penderita penyakit demam berdarah dengan ukuran sampel $n = 200$ di RS.M.Djamil Padang pada tahun 2011 sebagian besar berusia anak-anak. Bila ditinjau dari jenis kelamin, maka 58,5% pasien berjenis kelamin perempuan dan 41,5% sisanya berjenis kelamin laki-laki. Sebagian besar pasien juga mengalami gejala demam 4 hari dengan suhu tubuh yang normal saat pertama kali masuk rawat inap. Karakteristik lain yang diperoleh antara lain; memiliki jumlah trombosit dan leukosit dibawah normal serta memiliki kadar hematokrit dan hemoglobin normal.
2. Faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan penderita penyakit demam berdarah adalah kadar hematokrit. Hal tersebut berdasarkan model regresi *proportional hazard* dengan distribusi weibull adalah sebagai berikut:

$$h_i(t) = 0.55 \left(\frac{t}{4.81} \right)^{1.64} \exp[-0.067x_3]$$

dengan x_3 merupakan variabel kadar hematokrit.

3. Berdasarkan nilai *odds ratio* diketahui bahwa setiap pengurangan satu satuan kadar hemaktokrit pasien, maka resiko untuk mencapai kesembuhan adalah sebesar $1/0.935$ kali atau pasien yang memiliki kadar hematokrit 1% lebih rendah memiliki resiko kesembuhan sebesar $1/0.937$ kali (1.0692 kali) .

Laju kesembuhan yang diperoleh berdasarkan fungsi *hazard* menunjukkan pasien demam berdarah dengan kadar hematokrit lebih besar laju kesembuhannya lebih rendah dari pasien dengan kadar hematokrit lebih kecil. Hal ini dikarenakan dalam faktanya semakin tinggi kadar hematokrit pasien, maka keadaan pasien demam berdarah cenderung lebih parah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ade. 2012. *Dengue*, <http://www.neraca.co.id/2011/12/20/awas-bahaya-demam-berdarah-dengue/> diakses tanggal 25 Februari 2012
- [2] Anton, H. 1988. *Elementary Linear Algebra. fifth Edition*. Drexel University
- [3] Collet, D. 1994. *Modelling Survival Data in Medical Research* (2nd ed). Chapman and Hall
- [4] Hosmer, D.W., & S. Lemeshow.1997. *Applied Survival Analysis Regression Modeling of Time to Event Data* . John Wiley and Sons, Inc, New York
- [5] Klein.J.P. and M.L. Moeschberger. 2003. *Survival Analysis Techniques for Censoring and Truncated Data* (2nd ed). Springer, New York .
- [6] Kleinbaum,D.G. and Klein,M. 2005. *Survival Analysis A Self-Learning Text* (2nd ed). Springer, New York
- [7] Law, A.M., & D.W. Kelton. 2000. *Simulation Modelling Analysis* (3th ed.). MacGraw-Hill, New York
- [8] Lawless,J.F. 2003. *Statistical Models and Methods for Lifetime Data* (2nd ed). John Wiley and Sons,Inc,New York
- [9] Lee, E. and J.W. John. 2003. *Statistical Methods for Survival Data Analysis* (3th ed). John Wiley and Sons Inc., New York
- [10] Nasution, R. 2003. *Teknik Sampling*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara, Jakarta
- [11] Shepherd,S.M. 2012. *Dengue*, <http://www.emedicine.com/ped/topic559.htm> diakses tanggal 25 Februaari 2012
- [12] Suci. 2010. Analisis *survival* dan faktor-faktor yang mempengaruhi kesembuhan pasien demam berdarah dengan menggunakan *Bayesian Mixture Survival*, <http://www.digilib.its.ac.id/ITS-Undergraduate-3100010041162/13372/> diakses tanggal 25 Februari 2012
- [13] Walpole, R.E. 1995. *Pengantar Statistika* (3nd ed.). PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Metode *Newton Raphson*

Misalkan :

$l(\hat{\beta})$: log fungsi kemungkinan.

$H(\hat{\beta})$: matriks *Hessian* atau matriks turunan kedua dari fungsi kemungkinan.

$$H(\hat{\beta})_{p \times p} = \begin{pmatrix} h_{11} & \cdots & h_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{p1} & \cdots & h_{pp} \end{pmatrix}$$

$$h_{ij} = \frac{\partial^2 l(\hat{\beta})}{\partial \hat{\beta}_i \partial \hat{\beta}_j}$$

$U(\hat{\beta}^k)$: merupakan vektor turunan pertama dari fungsi kemungkinan.

$$U(\hat{\beta}^k) = \left(\frac{\partial l(\hat{\beta})}{\partial \hat{\beta}_1}, \frac{\partial l(\hat{\beta})}{\partial \hat{\beta}_2}, \dots, \frac{\partial l(\hat{\beta})}{\partial \hat{\beta}_j} \right)^T$$

Algoritma Metode *Newton Raphson* adalah sebagai berikut:

1. Definisikan matriks $H(\hat{\beta}^k)$ dan vektor $U(\hat{\beta}^k)$.
2. Tentukan nilai pendekatan awal $\hat{\beta}^0$. Hitung matriks $H(\hat{\beta}^0)$ dan vektor $U(\hat{\beta}^0)$.
3. Untuk iterasi $k = 1$ s/d K

$$\hat{\beta}^{k+1} = \hat{\beta}^k - H(\hat{\beta}^k)^{-1} U(\hat{\beta}^k)$$

Iterasi berlangsung sampai diperoleh hasil yang konvergen.

LAMPIRAN 2 : Perhitungan Densitas Sebaran Weibull Waktu Survival

waktu (t_i)	frekuensi (f_i)	Peluang Kumulatif Contoh ($S(t_i)$)	Fungsi Kumulatif Sebaran Weibull (β, η) ($F(t_i)$)	Densitas $ F(t_i) - S(t_i) $
1	3	0.017241	0.015693	0.00155
2	12	0.086207	0.093891	0.00768
3	50	0.373563	0.349913	0.02365
4	59	0.712644	0.75913	0.04649
5	24	0.850575	0.769679	0.08089
6	14	0.931034	0.853455	0.07758
7	5	0.95977	0.932305	0.02747
8	6	0.994253	0.978309	0.01594
14	1	1	1	5.13E-08
			D_{max}	0.0809

LAMPIRAN 3 :

Pendugaan Parameter

Untuk menduga parameter pada distribusi lama waktu digunakan Pendugaan Kemungkinan Maksimum (PKM). Misalkan x_1, x_2, \dots, x_n adalah contoh acak dari suatu sebaran dengan fkp $f(x; \theta)$, $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n)$ adalah vektor parameter sebaran yang tidak diketahui. Fungsi kemungkinan dari contoh acak tersebut adalah sebagai berikut :

$$L(\theta) = \prod_{i=1}^n f_{x_i}(x_i; \theta)$$

PKM dari θ dinyatakan dengan $\hat{\theta}$ merupakan nilai dari θ yang memaksimumkan nilai fungsi kemungkinan PKM dari θ adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial \ln L(\theta_1)}{\partial \theta_1} = 0$$

$$\frac{\partial \ln L(\theta_2)}{\partial \theta_2} = 0$$

⋮

$$\frac{\partial \ln L(\theta_n)}{\partial \theta_n} = 0$$

Kadang-kadang persamaan di atas diselesaikan dengan metode iterasi, salah satunya algoritma *Newton Raphson* yang dituliskan sebagai berikut :

$$\hat{\theta}^{j+1} = \hat{\alpha}^j - \left[\frac{\partial^2 l(\hat{\theta}^j)}{\partial \theta^2} \right]^{-1} \frac{\partial l(\hat{\theta}^j)}{\partial \theta}$$

Iterasi berlangsung sampai diperoleh hasil yang konvergen.

a. Sebaran Weibull

Data waktu *survival* berdistribusi weibull mempunyai fungsi distribusi sebagai berikut

:

$$f(t) = \left(\frac{\beta}{\eta}\right) \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta\right) \quad (6.1.1)$$

Keterangan :

η : parameter skala

β : parameter bentuk

Parameter skala dan bentuk pada distribusi weibull diperoleh dari metode MLE.

Berdasarkan fkp weibull yang diberikan pada Persamaan 6.1.1 , maka fungsi kemungkinan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L(\beta, \eta) &= \prod_{i=1}^n \left(\frac{\beta}{\eta}\right) \left(\frac{t_i}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\left(\frac{t_i}{\eta}\right)^\beta\right) \\ &= \left(\frac{\beta}{\eta}\right) \left(\frac{t_1}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\left(\frac{t_1}{\eta}\right)^\beta\right) \cdot \left(\frac{\beta}{\eta}\right) \left(\frac{t_2}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\left(\frac{t_2}{\eta}\right)^\beta\right) \\ &\quad \dots \left(\frac{\beta}{\eta}\right) \left(\frac{t_n}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\left(\frac{t_n}{\eta}\right)^\beta\right) \end{aligned}$$

$$L(\beta, \eta) = \left(\frac{\beta}{\eta}\right)^n \left(\frac{t_1}{\eta}\right)^{\beta-1} \left(\frac{t_2}{\eta}\right)^{\beta-1} \dots \left(\frac{t_n}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\sum_{i=1}^n \left(\frac{t_i}{\eta}\right)^\beta\right)$$

$$\ln L(\beta, \eta) = n \ln\left(\frac{\beta}{\eta}\right) + (\beta - 1) \sum_{i=1}^n \ln\left(\frac{t_i}{\eta}\right) - \sum_{i=1}^n \left(\frac{t_i}{\eta}\right)^\beta \quad (6.1.2)$$

Selanjutnya, Persamaan 6.1.2 diturunkan terhadap kedua parameter dan disamakan dengan 0, sehingga diperoleh:

Turunan terhadap β :

$$\frac{\partial \ln L(\beta, \eta)}{\partial \beta} = 0$$

$$\frac{\partial \left(n \ln \left(\frac{\beta}{\eta} \right) + (\beta - 1) \sum_{i=1}^n \ln \left(\frac{t_i}{\eta} \right) - \sum_{i=1}^n \left(\frac{t_i}{\eta} \right)^\beta \right)}{\partial \beta} = 0$$

$$\frac{n}{\beta} + \sum_{i=1}^n \ln t_i - \frac{1}{\eta} \sum_{i=1}^n t_i^\beta \ln t_i = 0 \quad (6.1.3)$$

Turunan terhadap η :

$$\frac{\partial \ln L(\beta, \eta)}{\partial \eta} = 0$$

$$\frac{\partial \left(n \ln \left(\frac{\beta}{\eta} \right) + (\beta - 1) \sum_{i=1}^n \ln \left(\frac{t_i}{\eta} \right) - \sum_{i=1}^n \left(\frac{t_i}{\eta} \right)^\beta \right)}{\partial \eta} = 0$$

$$-\frac{n}{\eta} + \frac{1}{\eta^2} \sum_{i=1}^n t_i^\beta = 0 \quad (6.1.4)$$

Dengan mengeliminasi η antara persamaan 6.1.3 dan 6.1.4, diperoleh :

$$\frac{\sum_{i=1}^n t_i^\beta \ln t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^\beta} - \frac{1}{\beta} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln t_i = 0$$

Estimasi dari $\widehat{\mu}_k = \beta$ dapat diperoleh dengan menggunakan prosedur Newton-Raphson. Setelah β ditentukan, η dapat diperkirakan menggunakan persamaan 6.1.4, sehingga :

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n t_i^\beta}{n}$$

LAMPIRAN 4

```

FREQUENCIES VARIABLES=usia JK HT Trombosit demam suhu hb leu
/STATISTICS=MINIMUM MAXIMUM MEAN
/HISTOGRAM NORMAL

/ORDER=ANALYSIS.
    
```

Frequencies

		Statistics							
		usia	Hematokrit Perempuan	Hematokrit Laki-Laki	trombosit	lama demam	suhu tubuh	hemoglobin	leukosit
N	Valid	200	117	83	200	200	200	200	200
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		15.43	41.11	43.24	63545.00	4.12	37.601	13.85	5754.25
Minimum		1	28	28.7	10000	0	35.0	8	1200
Maximum		68	54	62.0	510000	14	43.0	20	35900

LAMPIRAN 5

```
COXREG waktu  
  /STATUS=status(1)  
  /CONTRAST (JK)=Indicator  
  /METHOD=BSTEP(WALD) usia JK HT Trombosit demam suhu hb leu  
  /PLOT LML  
  
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.05) ITERATE(20).
```

Cox Regression

Case Processing Summary

		N	Percent
Cases available in analysis	Event ^a	173	86.5%
	Censored	27	13.5%
	Total	200	100.0%
Cases dropped	Cases with missing values	0	.0%
	Cases with negative time	0	.0%
	Censored cases before the earliest event in a stratum	0	.0%
	Total	0	.0%
Total		200	100.0%

a. Dependent Variable: lifetime

Categorical Variable Codings^c

	Frequency	(1) ^b
JK ^a 0=laki laki	83	1
1=perempuan	117	0

a. Indicator Parameter Coding

b. Category variable: JK (jenis kelamin)

Covariate Means

	Mean
usia	15.430
JK	.415
HT	41.992
Trombosit	6.354E4
demam	4.125
suhu	37.600
hb	13.852
leu	5.754E3

Block 0: Beginning Block

Omnibus Tests of Model Coefficients

-2 Log Likelihood
1579.474

Block 1: Method = Backward Stepwise (Wald)

Omnibus Tests of Model Coefficients^{1,2}

Step	-2 Log Likelihood	Overall (score)			Change From Previous Step			Change From Previous Block		
		Chi-square	Df	Sig.	Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.
1 ^a	1552.895	26.776	8	.001	26.579	8	.001	26.579	8	.001
2 ^b	1552.972	26.652	7	.000	.077	1	.781	26.502	7	.000
3 ^c	1553.225	26.416	6	.000	.252	1	.616	26.250	6	.000
4 ^d	1553.560	26.056	5	.000	.335	1	.563	25.915	5	.000
5 ^e	1554.070	25.524	4	.000	.510	1	.475	25.405	4	.000

6 ^f	1554.937	24.597	3	.000	.867	1	.352	24.538	3	.000
7 ^g	1556.438	23.171	2	.000	1.501	1	.220	23.036	2	.000
8 ^h	1559.288	19.942	1	.000	2.849	1	.091	20.187	1	.000

a. Variable(s) Entered at Step Number 1: usia JK HT Trombosit demam suhu hb leu

b. Variable Removed at Step Number 2: demam

c. Variable Removed at Step Number 3: suhu

d. Variable Removed at Step Number 4: leu

e. Variable Removed at Step Number 5: hb

f. Variable Removed at Step Number 6: JK

g. Variable Removed at Step Number 7: usia

h. Variable Removed at Step Number 8: Trombosit

i. Beginning Block Number 0, initial Log Likelihood function: -2 Log likelihood: 1579.474

j. Beginning Block Number 1. Method = Backward Stepwise (Wald)

Variables in the Equation

		B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1	Usia	-.009	.007	1.992	1	.158	.991
	JK	-.165	.163	1.025	1	.311	.848
	HT	-.079	.026	9.209	1	.002	.924
	Trombosit	.000	.000	3.142	1	.076	1.000
	Demam	.015	.054	.078	1	.780	1.015

	Suhu	-.033	.068	.232	1	.630	.968
	Hb	.061	.081	.563	1	.453	1.062
	Leu	.000	.000	.339	1	.561	1.000
Step 2	Usia	-.009	.007	1.988	1	.159	.991
	JK	-.172	.161	1.150	1	.284	.842
	HT	-.078	.026	9.142	1	.002	.925
	Trombosit	.000	.000	3.063	1	.080	1.000
	Suhu	-.034	.067	.250	1	.617	.967
	Hb	.057	.080	.514	1	.473	1.059
	Leu	.000	.000	.313	1	.576	1.000
Step 3	Usia	-.010	.007	2.029	1	.154	.990
	JK	-.165	.160	1.059	1	.303	.848
	HT	-.077	.026	8.774	1	.003	.926
	Trombosit	.000	.000	2.825	1	.093	1.000
	Hb	.060	.080	.559	1	.455	1.062
	Leu	.000	.000	.319	1	.573	1.000
Step 4	Usia	-.009	.007	1.792	1	.181	.991
	JK	-.160	.160	1.006	1	.316	.852
	HT	-.077	.026	8.880	1	.003	.926
	Trombosit	.000	.000	2.650	1	.104	1.000
	Hb	.056	.079	.505	1	.477	1.058
Step 5	Usia	-.008	.007	1.579	1	.209	.992

	JK	-.147	.159	.859	1	.354	.863
	HT	-.062	.015	16.720	1	.000	.940
	Trombosit	.000	.000	2.635	1	.105	1.000
Step 6	Usia	-.008	.006	1.428	1	.232	.992
	HT	-.063	.015	17.265	1	.000	.939
	Trombosit	.000	.000	2.906	1	.088	1.000
Step 7	HT	-.065	.015	18.951	1	.000	.937
	Trombosit	.000	.000	3.381	1	.066	1.000
Step 8	HT	-.067	.015	20.286	1	.000	.936

LAMPIRAN 6 : Data Sekunder Penderita Penyakit Demam Berdarah di RS.M.Djamil Padang

no	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	lama	status
1	48	2	39.0	84000	3	36.0	12.6	7300	3	tidaktersensor
2	4	1	49.2	14000	3	36.7	16.3	3600	4	tersensor
3	31	1	53.0	50000	5	39.0	16.0	6000	6	tidaktersensor
4	9	1	45.6	83000	3	38.9	16.0	2600	4	tidaktersensor
5	8	2	41.9	34000	3	36.8	13.7	8600	3	tersensor
6	10	2	44.0	55000	3	39.0	14.0	7000	4	tidaktersensor
7	19	1	45.3	62000	4	38.8	14.2	6300	5	tersensor
8	2	2	36.3	134000	3	38.0	11.9	11700	4	tersensor
9	38	1	41.0	15000	4	36.5	13.8	3600	4	tersensor
10	10	2	38.0	60000	3	39.8	13.0	5000	3	tidaktersensor
11	4	2	49.7	14000	4	36.5	16.9	4300	5	tidaktersensor
12	7	2	47.8	28000	4	36.0	16.2	4400	4	tidaktersensor
13	14	2	38.0	34000	4	37.2	12.1	2100	5	tidaktersensor
14	4	1	39.4	32000	1	38.4	11.4	9500	4	tidaktersensor
15	8	2	45.0	75000	6	37.2	13.7	2600	4	tidaktersensor
16	20	2	38.5	72000	5	38.0	12.6	6800	3	tidaktersensor
17	10	2	45.0	113000	4	39.7	14.7	2900	5	tidaktersensor
18	19	1	42.7	33000	0	39.0	14.3	8700	5	tidaktersensor
19	12	1	41.2	109000	5	38.0	13.0	2500	4	tidaktersensor
20	2	2	47.0	38000	6	37.0	14.4	8800	6	tidaktersensor
21	1	1	28.7	10000	2	37.5	9.8	4100	1	tersensor
22	9	2	43.8	21000	4	37.0	14.7	7000	4	tidaktersensor
23	9	2	37.7	54000	6	36.5	12.7	4400	2	tidaktersensor
24	4	1	33.2	73000	4	37.0	10.9	6200	3	tidaktersensor
25	16	1	56.0	83000	3	37.0	16.6	5600	5	tidaktersensor
26	2	1	43.9	29000	3	37.0	13.8	11600	6	tersensor
27	21	1	45.0	70000	5	38.2	14.5	1600	3	tersensor
28	10	2	37.6	124000	3	38.9	12.3	4500	3	tidaktersensor
29	17	1	49.9	16000	6	36.5	16.9	3500	6	tidaktersensor
30	11	2	45.9	19000	5	36.5	14.2	10900	6	tidaktersensor
31	1	2	39.4	151000	4	38.0	14.4	5800	3	tidaktersensor
32	13	1	42.0	48000	5	36.6	14.4	3400	4	tidaktersensor
33	9	2	41.0	51000	3	38.0	14.9	3000	4	tidaktersensor
34	10	1	40.0	49000	7	37.3	13.7	6200	3	tidaktersensor
35	11	2	39.1	51000	4	38.6	13.3	3400	4	tidaktersensor
36	41	2	41.8	87000	5	38.1	13.3	5000	4	tidaktersensor
37	9	2	30.0	27000	5	38.0	14.4	2550	3	tidaktersensor
38	12	2	35.8	55000	2	42.0	11.6	7700	3	tidaktersensor
39	19	2	30.6	166000	6	42.0	9.8	6900	4	tidaktersensor
40	4	2	37.0	89000	4	38.5	11.9	3800	4	tidaktersensor
41	11	1	38.8	102000	4	43.0	13.6	3900	3	tidaktersensor
42	12	2	34.0	140000	4	38.4	11.9	2200	2	tersensor
43	5	2	41.8	39000	10	37.4	13.8	3000	5	tidaktersensor
44	4	2	34.0	66000	7	37.1	10.4	7700	2	tidaktersensor
45	6	2	41.0	91000	6	36.3	15.3	8400	1	tidaktersensor
46	6	2	37.1	63000	4	38.3	12.2	5000	4	tidaktersensor
47	8	1	35.0	135000	3	36.6	11.5	4300	4	tidaktersensor
48	1	1	40.0	90000	3	38.7	13.2	12300	4	tidaktersensor
49	7	2	36.6	45000	5	36.5	11.8	7400	2	tersensor

50	1	2	33.0	90000	3	38.0	12.3	4000	1	tidaktersensor
51	50	1	43.0	78000	5	36.4	14.4	11300	5	tidaktersensor
52	42	1	53.4	30000	5	38.5	17.5	4900	4	tersensor
53	9	2	43.0	40000	4	37.0	13.8	6200	5	tidaktersensor
54	6	1	40.0	35000	3	38.0	14.0	5000	14	tidaktersensor
55	8	2	41.0	33000	3	39.0	13.0	3300	6	tidaktersensor
56	50	1	42.9	33000	5	37.6	14.9	2800	4	tidaktersensor
57	6	2	45.0	25000	14	38.5	11.7	9200	4	tidaktersensor
58	14	1	62.0	37000	5	36.2	20.1	11500	4	tersensor
59	8	1	37.6	41000	5	36.3	12.8	13200	3	tidaktersensor
60	1	2	34.0	95000	4	38.2	11.5	5100	2	tidaktersensor
61	16	1	50.2	17000	5	38.0	16.0	2400	4	tersensor
62	5	2	40.3	103000	4	39.1	14.1	4550	4	tidaktersensor
63	28	1	40.0	45000	4	38.6	14.0	2600	4	tidaktersensor
64	3	2	42.5	15000	4	37.5	13.9	6100	4	tidaktersensor
65	12	1	42.5	22000	6	36.7	15.1	7500	4	tidaktersensor
66	6	1	43.4	44000	3	37.2	14.7	6800	1	tidaktersensor
67	19	2	28.8	95000	4	36.5	10.0	4400	2	tidaktersensor
68	17	1	43.3	156000	4	36.2	14.4	2900	7	tidaktersensor
69	6	2	46.0	60000	4	36.1	15.9	12000	3	tidaktersensor
70	14	2	39.5	49000	5	38.0	13.1	4700	4	tidaktersensor
71	5	2	37.9	12400	4	38.8	12.2	9200	3	tidaktersensor
72	21	2	47.0	18000	5	36.0	12.8	3000	8	tidaktersensor
73	13	1	31.7	16000	5	36.0	12.1	3130	3	tidaktersensor
74	12	1	43.5	120000	4	37.0	13.6	7300	4	tidaktersensor
75	21	2	39.0	98000	5	37.5	12.4	2600	3	tidaktersensor
76	8	2	44.1	48000	3	36.5	14.7	7700	4	tidaktersensor
77	21	2	44.5	97000	3	38.5	14.5	3900	3	tidaktersensor
78	46	2	44.6	27000	4	36.5	14.9	5400	6	tersensor
79	26	2	47.5	60000	6	37.2	16.4	4000	4	tidaktersensor
80	29	2	53.8	16000	5	37.0	18.8	5000	6	tidaktersensor
81	15	1	46.9	21000	5	38.1	16.9	2300	5	tidaktersensor
82	12	2	39.7	36000	5	37.8	13.0	7900	4	tidaktersensor
83	10	2	41.0	50000	4	38.0	13.4	6000	4	tidaktersensor
84	9	1	40.0	105000	4	37	13.1	4200	2	tersensor
85	34	2	40.0	27000	4	37.5	11.4	4000	5	tidaktersensor
86	2	2	46.5	55000	4	36.8	15.6	3900	5	tidaktersensor
87	12	1	42.0	40000	3	38.0	14.2	3300	2	tidaktersensor
88	10	2	39.1	13000	4	36.8	13.2	4900	3	tidaktersensor
89	12	2	46.4	90000	4	36.5	15.7	5900	4	tidaktersensor
90	20	1	39.0	22000	5	36.5	13.0	3200	3	tidaktersensor
91	17	2	42.0	119000	5	40.0	13.5	2200	6	tidaktersensor
92	10	1	36.0	14000	5	37.2	13.5	9800	3	tidaktersensor
93	10	2	48.6	35000	4	36.8	15.5	9400	8	tidaktersensor
94	4	2	41.0	162000	7	38.4	14.7	15900	5	tidaktersensor
95	7	2	41.0	105000	5	38.5	13.2	6500	3	tidaktersensor
96	7	2	39.7	20000	3	37.6	14.0	8300	4	tidaktersensor
97	22	2	38.0	89000	3	39.5	13.6	4200	3	tidaktersensor
98	4	2	30.0	141000	4	39.0	11.5	3300	4	tidaktersensor
99	5	1	39.0	16000	4	40.0	12.0	4720	5	tersensor
100	16	2	35.9	19000	4	36.6	11.8	5200	4	tersensor
101	10	2	40.8	183000	6	39.2	13.2	13700	3	tidaktersensor

102	7	2	41.0	510000	3	37.0	13.0	3200	4	tidaktersensor
103	8	1	38.1	48000	4	36.8	13.4	5800	4	tidaktersensor
104	8	2	51.7	59000	5	35.0	12.0	16800	5	tidaktersensor
105	27	2	40.0	13700	4	38.8	12.8	1200	6	tidaktersensor
106	59	2	37.0	58000	4	39.0	12.8	1800	3	tidaktersensor
107	10	2	35.1	81000	3	38.8	12.0	3500	3	tidaktersensor
108	14	2	40.0	64000	3	39.0	12.3	15600	3	tidaktersensor
109	15	2	46.0	142000	3	37.9	14.9	4200	4	tidaktersensor
110	4	1	54.6	171000	2	37.2	17.8	400	3	tersensor
111	23	1	44.0	102000	3	38.0	15.2	10100	4	tidaktersensor
112	10	2	35.0	45000	2	36.6	11.6	3100	3	tidaktersensor
113	41	2	43.3	43000	6	38.9	14.2	4300	6	tidaktersensor
114	15	2	46.0	18000	4	36.9	16.0	4600	5	tidaktersensor
115	37	2	48.0	22000	3	39.3	16.2	7000	8	tidaktersensor
116	14	2	39.0	78000	3	40.0	12.6	3000	3	tidaktersensor
117	9	2	38.1	111000	3	39.0	12.0	8000	2	tidaktersensor
118	12	2	54.0	32000	3	36.5	17.8	5000	4	tersensor
119	18	1	44.0	33000	4	37.0	14.5	4500	7	tidaktersensor
120	20	2	40.0	97000	5	37.6	13.1	2800	4	tidaktersensor
121	31	2	41.0	143000	1	37.0	13.4	4100	3	tidaktersensor
122	7	2	38.4	39000	4	37.0	13.0	5000	4	tidaktersensor
123	8	1	38.3	37000	4	36.5	12.3	7500	3	tidaktersensor
124	5	2	37.0	33000	3	35.0	14.0	5000	2	tidaktersensor
125	5	1	35.3	20000	4	37.0	11.5	4500	3	tidaktersensor
126	3	1	56.5	14000	3	37.8	18.8	9800	4	tidaktersensor
127	14	2	38.0	109000	5	39.0	12.9	2100	3	tidaktersensor
128	68	1	40.7	65000	4	36.9	16.1	3200	6	tidaktersensor
129	2	2	35.0	52000	3	39.0	12.8	9700	4	tidaktersensor
130	17	1	49.0	71000	3	36.7	16.3	3900	7	tidaktersensor
131	19	1	44.0	32000	5	38.0	14.3	2600	4	tidaktersensor
132	10	2	45.0	24000	5	37.0	13.2	3800	8	tidaktersensor
133	36	2	30.0	15000	4	36.0	11.7	7200	5	tidaktersensor
134	25	2	42.8	43000	4	37.3	14.5	6200	4	tidaktersensor
135	21	2	51.0	83000	2	38.0	16.3	4000	6	tersensor
136	8	1	45.0	35000	4	37.0	13.0	7100	5	tidaktersensor
137	24	2	43.0	36000	4	38.0	14.0	5000	6	tidaktersensor
138	5	2	42.0	171000	4	38.0	13.3	12600	5	tidaktersensor
139	45	2	51.0	24000	5	37.5	16.6	8300	6	tidaktersensor
140	20	2	51.0	42000	5	36.8	16.4	3000	2	tersensor
141	8	2	43.5	21000	4	36.3	14.3	5700	4	tidaktersensor
142	11	1	47.0	80000	4	36.0	15.1	9700	4	tidaktersensor
143	10	2	44.2	29000	4	37.3	16.3	5500	4	tidaktersensor
144	36	1	46.0	56000	5	38.3	15.0	2400	3	tidaktersensor
145	6	1	44.0	17500	4	37.2	15.0	10800	8	tidaktersensor
146	11	1	42.0	22000	4	36.5	14.8	5300	4	tidaktersensor
147	19	1	50.6	66000	4	39.0	17.3	2800	4	tidaktersensor
148	29	2	50.9	28000	5	36.4	16.5	2100	6	tersensor
149	3	1	45.7	73000	5	36.8	14.3	3300	4	tidaktersensor
150	31	2	42.6	72000	5	37.0	13.4	3300	3	tidaktersensor
151	4	1	43.0	60000	4	38.0	14.1	3000	3	tidaktersensor
152	18	2	28.0	21000	5	39.8	8.1	4300	4	tidaktersensor
153	19	2	34.0	28400	3	39.0	11.0	6000	3	tidaktersensor

154	44	2	48.3	28000	4	36.4	10.3	3100	4	tidaktersensor
155	17	2	53.9	79000	4	37.6	18.0	2500	3	tidaktersensor
156	17	1	43.8	108000	3	38.0	13.8	12400	5	tidaktersensor
157	6	1	39.3	66000	4	39.3	12.7	3100	3	tidaktersensor
158	3	2	35.3	94000	6	37.0	11.7	4900	2	tidaktersensor
159	20	1	42.0	48000	5	37.1	14.0	2300	6	tidaktersensor
160	4	1	46.2	69000	4	36.5	14.6	9100	4	tidaktersensor
161	19	1	43.0	109000	3	39.2	14.5	17000	5	tersensor
162	1	1	42.0	85000	4	38.0	13.4	5500	4	tidaktersensor
163	12	1	41.0	36000	5	36.8	13.6	4900	7	tidaktersensor
164	13	1	36.8	11000	4	38.9	12.6	3200	7	tidaktersensor
165	17	2	40.0	22000	10	37.0	13.1	3100	5	tidaktersensor
166	13	1	44.0	144000	4	39.1	14.0	2700	5	tidaktersensor
167	2	2	34.5	64000	5	37.0	10.8	6000	3	tidaktersensor
168	4	2	49.6	27000	5	37.0	16.4	16000	4	tidaktersensor
169	3	1	41.0	80000	4	37.0	13.2	4000	4	tidaktersensor
170	7	2	45.6	18000	5	35.5	15.5	15900	4	tidaktersensor
171	19	1	47.4	95000	3	38.3	16.2	4400	2	tidaktersensor
172	20	2	38.2	32000	4	38.2	13.2	6900	5	tidaktersensor
173	18	1	34.0	70000	3	35.0	13.9	3900	3	tidaktersensor
174	17	1	51.0	60000	4	38.0	10.0	9100	3	tidaktersensor
175	20	1	42.9	70000	3	37.0	13.0	4700	8	tidaktersensor
176	2	1	41.3	65000	3	36.5	13.9	9500	5	tidaktersensor
177	31	1	40.0	76000	3	38.0	13.6	5300	3	tidaktersensor
178	21	1	52.6	23000	4	38.0	17.1	3000	4	tidaktersensor
179	12	1	41.0	46000	3	36.0	14.1	4000	2	tersensor
180	59	2	43.5	85000	4	38.0	14.7	4600	4	tersensor
181	25	2	39.8	28000	6	37.0	12.6	5000	3	tersensor
182	22	1	46.0	71000	3	36.3	15.3	3900	3	tidaktersensor
183	21	2	40.0	93000	5	36.5	13.9	8100	3	tidaktersensor
184	31	1	50.6	80000	5	36.0	17.9	5100	3	tidaktersensor
185	6	1	46.0	15000	4	37.0	14.8	9200	4	tidaktersensor
186	3	2	37.0	118000	5	36.2	12.3	4100	3	tidaktersensor
187	12	2	35.0	215000	2	39.5	11.0	6700	2	tidaktersensor
188	3	1	30.8	30000	4	36.7	10.6	4300	5	tidaktersensor
189	12	1	44.0	45000	4	36.0	14.0	2900	3	tidaktersensor
190	6	1	43.0	41000	2	38.0	14.1	3000	3	tidaktersensor
191	52	1	42.0	40000	4	37.0	13.2	3200	2	tidaktersensor
192	25	2	38.0	50000	5	39.0	12.0	5000	2	tidaktersensor
193	21	2	44.0	102000	3	36.5	15.8	2800	4	tidaktersensor
194	9	2	43.0	60000	2	38.0	14.0	3300	3	tidaktersensor
195	19	2	38.8	12000	6	36.5	12.8	3000	4	tidaktersensor
196	21	2	43.5	25000	4	37.6	13.9	2200	5	tidaktersensor
197	10	2	40.0	159000	0	37.0	17.0	6000	3	tidaktersensor
198	10	1	40.2	65000	4	38.1	13.2	2400	4	tidaktersensor
199	22	1	43.0	70000	4	38.0	14.0	2500	3	tidaktersensor
200	37	2	43.1	90000	1	38.0	14.1	3600	6	tidaktersensor

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Tresa Elandra, dilahirkan di Bukittinggi pada tanggal 24 November 1990 dari pasangan (Alm) Emman Chandra, SH dan Nellyzam. Penulis adalah anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis menamatkan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 09 Belakang Balok Bukittinggi pada tahun 2002, SMP Negeri 1 Bukittinggi pada tahun 2005, dan SMA Negeri 2 Bukittinggi pada tahun 2008. Pada tahun 2008, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas melalui jalur SPMB (Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru).

Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai organisasi. Penulis aktif sebagai Wakil Bendahara Umum Himpunan Mahasiswa Matematika (HIMATIKA) periode 2010-2011, Bendahara Umum Himpunan Mahasiswa Matematika (HIMATIKA) periode 2011-2012 dan Kepala Layouter Divisi Produksi UKPM Genta Andalas Universitas Andalas periode 2011-2012. Selain itu, penulis pernah aktif sebagai penerima beasiswa Bank Indonesia. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2011 di Jorong VI Koto Utara dan Selatan Kenagarian Kinali Kecamatan Pasaman Barat dalam rangka menyelesaikan salah satu mata kuliah wajib fakultas.