

# ANALISIS BAYESIAN SURVIVAL WEIBULL UNTUK MENENTUKAN FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAJU KESEMBUHAN PASIEN RAWAT INAP KANKER SERVIKS DI RSDU KOTA MAKASSAR

Nini Harnikayani Hasa<sup>1</sup>, M Nadjib Bustan<sup>2</sup>, Aswi<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

**Keywords:** Survival  
Analysis, Bayesian  
Weibull, Cervical Cancer

## Abstract:

Survival analysis is a statistical procedure for analyzing data where the response variable is the time until the occurrence of an event. In this study, Bayesian survival Weibull was used to determine the factors that influence the rate of recovery of cervical cancer inpatients. The data used in this study is cervical cancer inpatient data at the Makassar City Hospital for the 2017-2019 period. Based on the results of the analysis, it was found that a significant factor affecting the healing rate of cervical cancer inpatients was complications. Cervical cancer inpatients who experience complications tend to recover slower by 0.258 than patients who do not experience complications.

## 1. Pendahuluan

Analisis survival merupakan prosedur statistika untuk menganalisis data dimana peubah responnya adalah waktu sampai terjadinya suatu peristiwa. Waktu survival didefinisikan sebagai waktu bertahan suatu individu atau objek selama periode waktu pengamatan hingga terjadi suatu peristiwa. Peristiwa yang dimaksud dapat berupa kesembuhan, kematian, perubahan respon obat dan kejadian lainnya (Kleinbaum dan Klein, 2005; Lee dan Wang, 2003). Tujuan dari analisis survival adalah untuk mengetahui pengaruh variable independen terhadap waktu survival serta mengetahui faktor-faktor yang memiliki pengaruh terhadap suatu peristiwa.

Salah satu pemodelan survival adalah model survival parametrik yaitu model yang memiliki asumsi mengikuti suatu distribusi tertentu yang diketahui pada variabel terikatnya (waktu survival). Beberapa distribusi yang sering digunakan untuk waktu survival yaitu Weibull, Log-logistik, dan Eksponensial. Metode yang dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh peubah independen terhadap waktu survival diantaranya regresi Weibull dan Cox Proportional Hazard. Penelitian yang dilakukan oleh Septi dkk (2016), menganalisis faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan pasien tuberkulosis dengan menggunakan metode regresi Weibull dan Cox Proportional Hazard, mengemukakan bahwa metode regresi Weibull memiliki performa yang lebih baik daripada regresi Cox proportional hazard. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Thamrin dkk (2018), yang membandingkan dua metode dalam pendugaan parameter pada distribusi Weibull yaitu metode Bayesian dan metode Maksimum Likelihood, diperoleh kesimpulan bahwa metode Bayesian merupakan penduga yang lebih baik dibandingkan dengan metode Maximum likelihood. Pada penelitian yang dilakukan oleh Aswi dkk (2020), yang membandingkan model Bayesian Weibull dengan Bayesian Cox

\* Corresponding author.

E-mail address: [aswi@unm.ac.id](mailto:aswi@unm.ac.id).



pada kasus demam berdarah di RSUP Wahidin Suhirohusodo, diperoleh kesimpulan bahwa model Bayesian Weibull memiliki kecocokan pendugaan yang lebih baik dari model Bayesian Cox. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dikemukakan, peneliti menggunakan metode Bayesian Survival Weibull dalam menganalisis faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan pasien rawat inap kanker serviks.

Distribusi Weibull banyak ditemukan pada data bidang kesehatan. Kanker serviks atau biasa disebut kanker leher rahim merupakan jenis kanker yang terbanyak diderita wanita setelah kanker payudara. Berdasarkan data World Health Organisation (WHO) pada tahun 2018, diperkirakan 570.000 wanita di dunia terdiagnosa kanker serviks dimana sekitar 311.000 meninggal dunia. Terdapat masing-masing 32.469 kasus baru kanker serviks di Indonesia, dan 18.279 meninggal. Kementerian kesehatan menyatakan bahwa angka kanker serviks di Indonesia tercatat mencapai 23,4 orang per 100 ribu penduduk dengan rata-rata kematian mencapai 13,9 orang per 100 ribu penduduk.

Inayati dan Purnami (2015) menjelaskan bahwa probabilitas ketahanan hidup penderita kanker serviks merupakan salah satu parameter yang bisa dipakai untuk mengukur keberhasilan pengobatan kanker serviks. Probabilitas kelangsungan hidup penderita kanker serviks dapat didefinisikan sebagai proporsi populasi yang hidup dalam periode waktu tertentu (biasanya 5 tahun) setelah didiagnosis kanker serviks dibagi dengan proporsi populasi yang sama pada usia, ras, berdasarkan angka harapan hidup normal yang diharapkan mampu bertahan hidup tanpa kanker (American Cancer Society, 2020). Semakin tinggi peluang ketahanan hidup kanker serviks di suatu negara, semakin tinggi keberhasilan oleh negara tersebut mengatasi kejadian kanker serviks. Peluang ketahanan hidup pasien lima tahun sebesar 66% (American Cancer Society, 2020), sedangkan di Indonesia, peluang ketahanan hidup kanker serviks sekitar 63% (WHO, 2018). Berdasarkan gambaran tersebut, perlu upaya yang serius untuk menanganinya. Salah satu upaya tersebut adalah dengan mengetahui faktor-faktor yang dapat mempengaruhi laju kesembuhan penderita pasien kanker serviks di Indonesia. Penelitian sebelumnya yang telah membahas tentang analisis survival pasien penderita kanker serviks dilakukan oleh Afifah dan Purnami (2016) dengan menguji asumsi Proportional Hazard pada data kanker serviks dan Inayanti dan Purnami (2016) dengan menggunakan dua metode yaitu Kaplan Meier dan Uji Log Rank. Sepengetahuan penulis, penelitian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan pasien kanker serviks di kota Makassar menggunakan Bayesian survival Weibull belum dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan pasien penderita kanker serviks menggunakan Bayesian survival Weibull.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Analisis Survival

Analisis *survival*, yang biasa dikenal dengan nama *Analysis of Failure Time Data* atau *Time-to-Event Analysis*, merupakan suatu metode untuk menganalisis data tentang waktu sampai terjadinya suatu peristiwa spesifik (Harlan, 2017). Pengecekan asumsi *proportional hazard* dapat dilakukan melalui 3 cara yaitu melalui pengecekan garis survival pada kurva Kaplan-Meier dan garis survival pada *in-in survival* yang tidak saling berpotongan, dan melalui *Global test*. Model *Cox Proportional Hazard* dapat dibentuk jika memenuhi asumsi *proportional hazard*. Model *Cox proportional hazard* bertujuan untuk memodelkan hubungan antar waktu *survival* dengan peubah yang diduga mempengaruhi waktu *survival*. Pada penelitian ini, uji *Global test* digunakan untuk mengecek asumsi *proportional hazard* dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0$ : data telah memenuhi asumsi *proportional hazard*

$H_1$ : data belum memenuhi asumsi *proportional hazard*

Jika  $p\text{-value} < \alpha$ , menunjukkan bahwa data belum memenuhi asumsi *proportional hazard*

### 2.2 Pengujian Distribusi Data

Pengujian sebaran (distribusi) data dilakukan untuk mengetahui distribusi yang sesuai pada waktu *survival*. Hal ini dapat dilakukan melalui uji *Kolmogorov-Smirnov*. Uji *Kolmogorov-Smirnov* dilakukan untuk menentukan apakah peubah sebuah sampel berasal dari populasi dengan sebaran khusus. Uji *Kolmogorov-Smirnov* merupakan uji eksak yaitu uji kesesuaian chi-square bergantung pada ukuran sampel yang memadai untuk sahnya pendekatan.

Adapun hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0$ : Peubah terikat (waktu *survival*) mengikuti distribusi Weibull

$H_1$ : Peubah terikat (waktu *survival*) tidak mengikuti distribusi Weibull

Statistik Uji:

$$D = \sup[S(t) - F_0(t)] \quad (2.1)$$

dimana:

$(t)$  : Nilai empiris sebaran kumulatif sampel

$F_0(t)$ : Fungsi sebaran kumulatif

$D$  : Nilai kritis uji *Kolmogorov-Smirnov*

### 2.3 Regresi Weibull

Model regresi Weibull merupakan bentuk parametrik dari model *Cox proportional hazard* dimana fungsi *baseline hazard* mengikuti bentuk fungsi *hazard* dari distribusi Weibull. Misalkan  $t$  adalah waktu suatu peristiwa terjadi dan  $X$  adalah vektor kovariat yang dapat mempengaruhi waktu *survival*. Jika  $t$  berdistribusi Weibull, maka fungsi *hazard* dari distribusi Weibull adalah:

$$h_0(t) = \lambda \gamma t^{\gamma-1}$$

Berdasarkan model *Cox proportional hazard*,

$$h(t|X) = h_0(t) \exp(\beta^t X)$$

Dengan mensubstitusikan fungsi *baseline hazard*  $h_0(t)$  pada model *Cox proportional hazard* dengan fungsi *hazard* dari distribusi *Weibull* diperoleh model regresi Weibull sebagai berikut:

$$h(t|X) = \lambda \gamma t^{\gamma-1} \exp(\beta^t X)$$

dimana  $\beta^t = (\beta_1, \dots, \beta_m)$  adalah vektor koefisien regresi yang mengukur besarnya pengaruh kovariat terhadap *hazard*.

### 2.4 Pendekatan Bayesian

Dalam estimasi parameter pada data *survival*, ada dua pendekatan yang dapat dilakukan yaitu: pendekatan statistika klasik dan pendekatan statistika Bayesian. Berbeda dengan pendekatan klasik, metode Bayesian merupakan metode estimasi yang menggabungkan distribusi awal (*prior*) dan fungsi *likelihood*, dimana parameter dianggap sebagai peubah acak yang memiliki distribusi yang disebut distribusi *prior*. Berdasarkan distribusi *prior*, distribusi *posterior* dapat ditentukan. Suatu pendekatan numerik yang dapat digunakan untuk mendapatkan distribusi *posterior* yaitu metode Markov Chain Monte Carlo (MCMC). MCMC digunakan untuk memudahkan pemodelan yang cukup kompleks dalam analisis Bayesian (Casella & George, 1992).

## 3. Metode Penelitian

### 3.1 Data

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode *Bayesian survival Weibull*. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder berupa data rekam medis pasien kanker serviks di RSUD Kota Makassar tahun 2017 -2019.

### 3.2 Definisi Operasional Peubah

Definisi operasional peubah yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Waktu Survival  
yaitu waktu lamanya pasien kanker serviks menjalani rawat inap hingga dinyatakan sembuh dan atau dinyatakan keluar rumah sakit.
2. Status Penyensoran  
Status penyensoran yang digunakan pada penelitian ini adalah tersensor kanan (*Right Censoring*) dengan *event* yang diamati yaitu kesembuhan.
3. Usia  
Usia pasien yaitu usia pasien kanker serviks saat masuk di RSUD Kota Makassar
4. Stadium  
Pada pasien kanker serviks dikategorikan dalam stadium I, stadium II, stadium III, dan stadium IV.  
Stadium I: kanker berada pada leher rahim.  
Stadium II: kanker mulai menyebar keluar dari leher rahim menuju ke jaringan-jaringan sekitar.  
Stadium III: kanker telah menyebar jauh dari leher rahim menuju ke dalam struktur di sekitar daerah punggung.  
Stadium IV: kanker yang paling parah yaitu kanker telah menyebar ke organ-organ sekitar tubuh di luar leher rahim dan rahim.
5. Jenis Pengobatan  
Jenis pengobatan yang dilakukan pasien kanker serviks saat menjalani perawatan di rumah sakit terdiri dari kemoterapi, transfusi *packed red cell* (transfusi PRC), operasi, dan kombinasi kemoterapi dan transfusi PRC. Adapun penjelasan dari masing-masing jenis pengobatan tersebut adalah sebagai berikut:
  - a. Kemoterapi merupakan tindakan yang dilakukan guna untuk mencegah dan menghentikan pertumbuhan sel kanker baik dengan membunuh sel atau dengan menghentikan sel untuk berkembang biak.
  - b. Tranfusi PRC merupakan proses pemberian atau pemindahan darah dari seseorang kepada orang lain.
  - c. Operasi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengobati kanker serviks dengan mengangkat bagian yang terkena kanker serviks, yang sering kali operasi dikombinasikan dengan pengobatan lain seperti kemoterapi dan lain-lain.
6. Penyakit Penyerta  
Penyakit penyerta adalah penyakit yang menyertai suatu penyakit dari penyakit yang diderita. Contohnya anemia dan hipertensi.
7. Komplikasi  
Komplikasi adalah penyakit tambahan yang muncul akibat penyakit yang sudah ada.

### 3.3. Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Mengumpulkan informasi yang diperlukan dalam penelitian.
2. Menginput data pasien kanker serviks.
3. Menganalisis data menggunakan program R dengan menggunakan metode *Bayesian survival Weibull*.
4. Menyusun laporan penelitian.
5. Menarik kesimpulan kesimpulan.

### 3.4. Teknik Analisis

Adapun teknik analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Mendiskripsikan karakteristik data pasien kanker serviks.
2. Melakukan analisis untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi laju kesembuhan pasien kanker serviks dengan metode Bayesian regresi Weibull dengan langkah-langkah yang digunakan yaitu:
  - a. Pengujian asumsi Proportional Hazard menggunakan *Global test atau Goodness of fit*.
  - b. Pengujian distribusi pada peubah terikat.
  - c. Pemodelan *Bayesian Weibull*.
  - d. Pendugaan parameter menggunakan pendekatan *Bayesian*.
  - e. Pengujian parameter.
  - f. Memperoleh laju kesembuhan pasien kanker *serviks* dengan menggunakan nilai *hazard ratio*

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Hasil Analisis

#### 4.1.a. Analisis Deskriptif

Penelitian ini melibatkan 56 sampel pasien kanker serviks yang dirawat inap di RSUD Kota Makassar pada tahun 2017-2019 dengan 24 pasien yang keluar rumah sakit dalam keadaan sembuh serta 32 pasien yang keluar rumah sakit karena pindah atau berhenti pengobatan, rawat jalan, meninggal. Pasien yang sembuh rata-rata mendapatkan perawatan selama 9 hari, sedangkan pasien yang pindah atau berhenti, rawat jalan dan meninggal rata rata mendapatkan perawatan selama 6 hari. Rata-rata usia pasien kanker serviks yaitu diatas 50 tahun. Pasien kanker serviks mayoritas berada pada stadium III dengan jenis pengobatan yang paling banyak digunakan yaitu kemoterapi. Adanya penyakit penyerta pada pasien kanker serviks cukup tinggi karena hampir setengah dari pasien penderita kanker serviks yang di rawat inap memiliki penyakit penyerta. Sedangkan pasien yang mengalami komplikasi cukup minim.

#### 4.1.b. Pengujian Asumsi Proportional Hazard

Pengujian asumsi *proportional hazard* dilakukan dengan menggunakan *Goodness of fit*. Hasil analisis pengujian asumsi *proportional hazard* dikatakan terpenuhi apabila nilai p-value  $> 0,05$ . Nilai p-value pada setiap peubah yang diduga dapat mempengaruhi ketahanan hidup pasien kanker serviks dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 1.** Pengujian Asumsi Proportional Hazard

Peubah	Nilai p-value
Usia (X1)	0,51
Stadium (X2)	0,90
Jenis Pengobatan (X3)	0,84
Penyakit Penyerta (X4)	0,54
Komplikasi (X5)	0,99
Global	0,88

Berdasarkan Tabel 4.1, terlihat bahwa masing masing peubah memiliki nilai p-value  $> 0,05$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi *proportional hazard* untuk setiap peubah terpenuhi.

#### 4.1.c. Pengecekan Distribusi Data

Pengecekan distribusi data yang dilakukan untuk mengetahui distribusi pada data lama rawat inap pasien kanker serviks RSUD Kota Makassar dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 2.** Hasil Uji Pengecekan distribusi lama rawat inap menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov

Distribusi	Nilai p-value	Keterangan
Weibull	0,3413	Gagal Tolak $H_0$

Berdasarkan Tabel 4.2, terlihat bahwa nilai p-value  $> 0,05$  yang berarti bahwa peubah lama rawat ini berdistribusi *Weibull*.

#### 4.1.d. Pendugaan Parameter

Hasil pendugaan parameter model Weibull yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan Bayesian dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 3.** Inferensi posterior dari koefisien regresi

Peubah	Rerata	95%CI_Batas bawah	95%CI_Batas atas
--------	--------	-------------------	------------------

Usia ( $X_1$ )	-0,000318	-0,041974	0,041397
Stadium ( $X_2$ )	-0,035135	-0,656072	0,642938
Jenis Pengobatan( $X_3$ )	-0,140257	-0,716240	0,348014
Penyakit Penyerta ( $X_4$ )	0,363539	-0,0594380	1,382978
Komplikasi ( $X_5$ )	-1,354400	-2,906677	-0,038110

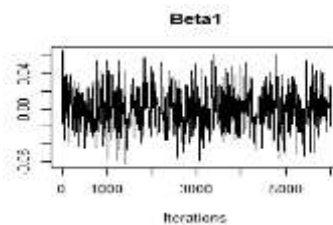
Peubah dapat dikatakan signifikan apabila 95% Credible Interval (CI) tidak memuat 0. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat satu peubah yang signifikan berpengaruh terhadap laju kesembuhan pasien rawat inap kanker serviks yaitu peubah komplikasi, sedangkan keempat peubah lainnya yang tidak signifikan yaitu peubah usia, stadium, jenis pengobatan, dan penyakit penyerta. Sehingga diperoleh model Bayesian Weibull sebagai berikut:

$$h(t|\gamma, \lambda, \boldsymbol{\beta}, \mathbf{X}) = \lambda \gamma t^{\gamma-1} \exp(\boldsymbol{\beta}^t \mathbf{X})$$

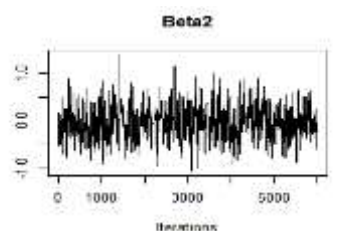
$$h(t) = \lambda \gamma t^{\gamma-1} \exp(-1,354400X_5)$$

#### 4.1.e. Markov Chain Monte Carlo (MCMC)

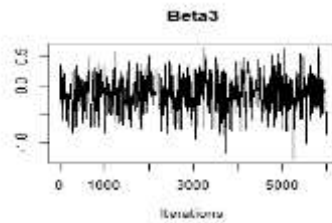
Salah satu cara untuk mengetahui kekonvergenan dalam algoritma MCMC yaitu dengan menggunakan *trace plot*. Konvergen dikatakan telah tercapai apabila semua nilai-nilai berada dalam sebuah daerah tanpa keperiodikan yang kuat. Hasil *trace plot iteration* setiap parameter dapat dilihat pada Gambar 4.1 sampai Gambar 4.5, yang menunjukkan bahwa parameter telah konvergen.



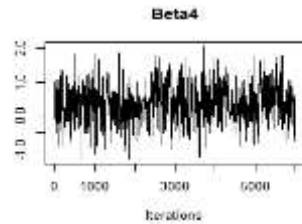
Gambar 1. History iterations Plot Parameter  $\beta_1$  (Usia)



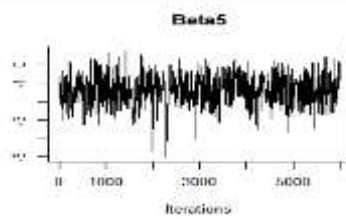
Gambar 2. History iterations Plot Parameter  $\beta_2$  (Stadium)



Gambar 3. History iterations Plot Parameter  $\beta_3$  (Jenis Pengobatan)



Gambar 4. History Iteration Plot Parameter  $\beta_4$  (Penyakit Penyerta)



Gambar 5. History Iteration Plot Parameter  $\beta_5$  (Komplikasi)

#### 4.1.f. Hazard Ratio

Nilai *hazard ratio* digunakan untuk melihat seberapa besar peubah-peubah dapat mempengaruhi laju kesembuhan pasien kanker serviks. Adapun hasil analisis *hazard ratio* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.** Hazard Ratio untuk Peubah Komplikasi

Peubah	$\beta$	Hazard Ratio
Komplikasi( $X_5$ )	-1,354400	0,258

Berdasarkan Tabel 4.4 nilai *hazard ratio* dari model *Bayesian Weibull* pada pasien kanker serviks untuk peubah komplikasi dengan nilai  $\beta$  bernilai negatif dan nilai *hazard ratio* yaitu 0,258. Hal ini berarti bahwa pasien kanker serviks yang mengalami komplikasi cenderung lebih lambat sembuh sebesar 0,258 dari pasien yang tidak mengalami komplikasi.

## 4.2. Pembahasan

Terdapat banyak faktor yang dapat berpengaruh terhadap suatu penyakit, dari segi pengobatan, usia, penyakit penyerta. Pada penelitian ini terdapat lima faktor yang diduga dapat mempengaruhi ketahanan hidup pasien kanker serviks di RSUD Kota Makassar yaitu, usia, stadium, jenis pengobatan, penyakit penyerta dan komplikasi. Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat hanya satu faktor yang signifikan berpengaruh terhadap laju kesembuhan pasien kanker

serviks yaitu peubah komplikasi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Inayanti dan Puernami (2015) yang menggunakan metode Kaplan Meier dan Uji Log-Rank yang menjelaskan bahwa probabilitas ketahanan hidup pasien yang mengalami komplikasi lebih rendah daripada yang tidak mengalami komplikasi. Sedangkan faktor yang tidak berpengaruh secara signifikan yaitu usia, jenis pengobatan, stadium, serta penyakit penyerta.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai penggunaan Bayesian survival Weibull pada kasus kanker serviks, diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Model Bayesian survival Weibull pada data laju kesembuhan pasien kanker serviks di RSUD Kota Makassar tahun 2017-2019 adalah

$$h(t) = \lambda \gamma t^{\gamma-1} \exp(-1,354400X_5)$$

2. Faktor yang berpengaruh signifikan terhadap laju kesembuhan pasien kanker serviks yaitu komplikasi. Pasien kanker serviks yang mengalami komplikasi cenderung lebih lambat sembuh sebesar 0,258 dari pasien yang tidak mengalami komplikasi.

### 5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk dikembangkan dalam penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya mengenai kanker serviks, dapat dilakukan dengan mengambil kasus dari rumah sakit yang berbeda di kota Makassar, serta dapat membandingkan hasilnya.
2. Selain itu, juga disarankan untuk menerapkan metode survival parametrik lainnya, misalnya *eksponensial* ataupun *log-logistik*, dengan menggunakan pendekatan *Bayesian*
3. Menambahkan efek spasial pada model Bayesian survival

## References

- Afifah, A. N., & Purnami, S. W. (2016). Uji Proportional Hazard pada data Penderita Kanker Serviks di RSUD dr. Soetomo Surabaya. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2337-3520.
- American Cancer Society, (2020). Cancer Fact and Figure 2020.
- Aswi, A., Cramb, S., duncan, E., Hu, W., White, G., & Mengersen, k. (2020). Bayesian Spatial Survival Model for Hospitalisations of dangué : A case Study of Wahidin Hospital in Makassar, Indonesia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 878.
- Casella, B. P., & George, E. I. (1992). The America Statistical Association. In *Explaining Gibbs Sampler* (pp. 167-174).
- Dahlan, M. N. (2013). *Analisis Survival "dasar-dasar Teori dan Aplikasi Program Stata"*. Jakarta: Sagung Seto.
- Harlan, J. (2017). *Analisis Survival*. Depok: Gunadarma.
- Inayati, K. d., & Purnami, S. W. (2015). Analisis Survival Nornparametrik Pada Pasien Kanker Serviks di RSUD dr. Soetomo Surabaya Menggunakan Metode Kaplan Meier dan Uji Log Rank. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2337-3520.
- Kleinbaum, D. G., & Klein, M. (2005). *Survival Analysis A Self-Learning Text*. New York: Springer Science+Business Media, Inc.
- Lee, E. T., & Wang, J. W. (2003). *Statistical Methods for Survival data Analysis*. Oklahoma: John Wiley & Sons.
- Mufidah, A. S., & Purhadi. (2016). Analisis Survival Pada Pasien Demam Berdarah (DBD) di RSU Haji Surabaya Menggunakan Model Regresi Weibull. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2337-3520.
- Septi, Y., Monica, A., & Purhadi. (2016). Analisis Faktor yang Mempengaruhi Laju Kesembuhan Pasien Tuberkulosis Paru di RSUD dr. Soetomo Tahun 2015 Menggunakan Regresi WEibull dan Regresi Cox Proportional Hazard. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2337-3520.
- Thamrin, S. A., Azhar, & Jaya, A. K. (2018). Penaksiran Parameter distribusi weibull dengan Metode Bayesian Survival dan Maksimum Likelihood. *Jurnal Keteknikan dan Sains (JUTEKS)*, 2621-7376.
- WHO. (2018). Cervix uteri fact sheet. Diakses dari <http://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/cancers/23-Cervix-uteri-fact-sheet.pdf>