

**PERBANDINGAN MODEL REGRESI
COX PROPORTIONAL HAZARD DAN *BAYESIAN SURVIVAL*
PADA DAYA TAHAN HIDUP PENDERITA TIFUS**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Matematika**

Oleh:

JECSON FERNANDO NAPITUPULU

08011281722058



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2021

LEMBAR PENGESAHAN

PERBANDINGAN MODEL REGRESI
COX PROPORTIONAL HAZARD DAN *BAYESIAN SURVIVAL*
PADA DAYA TAHAN HIDUP PENDERITA TIFUS

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Matematika

Oleh

JECSON FERNANDO NAPITUPULU
NIM 08011281722058

Indralaya, 13 April 2020

Pembimbing Kedua

Pembimbing Utama



Dr. Herlina Hanum, M.Si
NIP.196501081990032007

Dr. Yuli Andriani, M.Si
NIP.197207021999032001



LEMBAR PERSEMBAHAN

“KETIKA KAMU ANGKAT TANGAN MAKA TUHAN TURUN TANGAN”

Kita tahusekarang, bahwa Allah turut bekerja dalam segala sesuatu untuk mendatangkan kebaikan bagi mereka yang mengasihi Dia, yaitu bagi mereka yang terpanggil sesuai dengan rencana Allah

Roma 8:28

Skripsi ini saya

persembahkan kepada:

- Tuhan Yesus Kristus**
- KeduaOrangtua**
- Keluarga Besar**
- Semua Dosen dan Guru**
- Sahabat-sahabat**
- Almamater**

KATA PENGANTAR

Pujisyukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat dan anugerahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Perbandingan Model Regresi *Cox Proportional Hazard* dan *Bayesian Survival* pada Daya Tahan Hidup Penderita Tifus**” dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Matematika di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Dengan segala hormat dan kerendahan hati, penulis mempersembahkan skripsi ini khusus untuk kedua orang tua tercinta, Bapak **Jhon Piter Napitupulu** dan Ibu **Nurmida Sihombing** yang telah merawat dan mendidik penulis dengan penuh rasa cinta dan kasih sayang, serta dukungan yang sangat berharga berupa motivasi, doa, perhatian, semangat, serta material untuk penulis selama ini. Skripsi ini dapat selesai tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan kepada :

1. Ibu **Dr.Yuli Andriani, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan memberikan arahan, nasehat, motivasi yang sangat bermanfaat kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu **Dr. Herlina Hanum, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan memberikan

arahan, nasehat, motivasi yang sangat bermanfaat kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini.

3. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
4. Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Ibu **Sisca Octarina, M.Sc** selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis selama belajar di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
6. Ibu **Dr. Dian Cahyawati Sukanda, M.Si**, Ibu **Dra. Ning Eliyati, M.Pd**, dan Ibu **Oki Dwipurwani, M.Si**, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan tanggapan, kritik, dan saran yang bermanfaat untuk perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
7. Seluruh **Dosen** di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, bimbingan, dan nasihat selama menjalani perkuliahan.
8. Kakakku **Desy Novrianti Napitupulu** dan adikku **July Andreas Saputra Napitupulu** untuk semangat, nasehat, dan doanya.
9. Keluarga Serai 17, **Osei, Kartini, Anggi, Krisna, Sonia, Alfian, Patrik, Olis**, dan **Adar** untuk suka-duka yang dilewati bersama, juga untuk setiap teguran, nasehat, dan saran yang diberikan kepada penulis.

10. Adik abangku di perantauan, **Didin, Dave, Randy, Erik, Josua, Amsal, Bang Richard, Bang Frans, Bang Andar** yang telah member semangat dan hiburan kepada penulis selama ini.
11. Sahabatku di bangku perkuliahan, **Bongot, Felia, Melisa, Junita, Grasiela, Oliv, Apri, Kariah, Rizki, Weli, Mega, Vanny, Sherly, Syaliak** untuk canda-tawa yang dilalui bersama, dan terimakasih sudah menerima dan memaklumi kekurangan penulis selama ini.
12. Sahabat seperbimbinganku, **Syaira, Ro Lasma, dan Rizky** untuk kerjasama, dukungan, canda-tawa, dan cerita selama penyusunan skripsi ini.
13. Keluarga **Serai Indah, Punguan Sonakmalela** dan **Punguan Toga Sihombing** yang sudah menjadi keluarga di lingkungan tinggal penulis.
14. **Pak Irwan** dan **Ibu Hamidah** yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga segala kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan dari Tuhan.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat berguna dalam menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Inderalaya, 13 April 2021

Penulis

PERBANDINGAN MODEL REGRESI
COX PROPORTIONAL HAZARD DAN BAYESIAN SURVIVAL
PADA DAYA TAHAN HIDUP PENDERITA TIFUS

By:

Jecson Fernando Napitupulu

08011281722058

ABSTRACT

Analysis Survival is a statistical tool used to observe the time records of an object until an event occurs. Methods that can be used for survival analysis include regression Cox Proportional Hazard and Bayesian Survival. The main objective of this study is to compare model using the Cox Proportional Hazard regression and the Bayesian Survival and to analyse what factors affect the survival of typhoid patients. The data used for the application of the method were 90 patients with typhus at the Makassar Haji Hospital in 2018. Based on the Kaplan-Meier test and the Log Rank test, there were differences in the odds of survival between groups on dirty tongues. The best model obtained is the Bayesian Survival method since the standard error value all variables are smaller than Cox Proportional Hazard. The standard Bayesian Survival errors for each variable are 0.0065, 0.1873, 0.2198, 0.2496, 0.1744, and 0.2461, respectively. While in the Cox Proportional Hazard regression standard errors are 0.0075, 0.2404, 0.2676, 0.2607, 0.2528, and 0.2272, respectively. The only significant factor in the Bayesian Survival model is heartburn with a coefficient of 0.3333 so that the recovery rate for typhoid patients when experiencing heartburn increases by 1.396. The significant factors in the Cox Proportional Hazard regression model are gender and heartburn with coefficient of -0.5411 and 0.6619 respectively so that if the patient with typhus is female, the recovery rate increases by 0.582 and if the patient experience heartburn, the recovery rate increases by 1,938.

Keywords :Survival Analysis, Cox Regressiom, Bayesian Survival, Tifus.

**PERBANDINGAN MODEL REGRESI
COX PROPORTIONAL HAZARD DAN BAYESIAN SURVIVAL
PADA DAYA TAHAN HIDUP PENDERITA TIFUS**

Oleh:

Jecson Fernando Napitupulu

08011281722058

ABSTRAK

Analisis *survival* merupakan suatu alat statistika yang digunakan untuk mengamati catatan waktu dari suatu objek sampai terjadinya suatu peristiwa. Metode yang dapat digunakan untuk analisis daya tahan hidup antara lain regresi *Cox Proportional Hazard* dan *Bayesian Survival*. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk membandingkan model regresi *Cox Proportional Hazard* dan metode *Bayesian Survival* serta menentukan faktor apa saja yang berpengaruh terhadap daya tahan hidup pasien penderita tifus. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pasien penderita tifus di RSUD Haji Makassar pada tahun 2018 sebanyak 90 pasien. Berdasarkan uji *Kaplan-Meier* dan uji *Log Rank* terdapat perbedaan peluang hidup antar kelompok pada peubah lidah kotor. Model terbaik yang diperoleh adalah dengan metode *Bayesian Survival* karena nilai galat baku semua peubahnya lebih kecil dari *Cox Proportional Hazard*. Galat baku Bayesian Survival untuk setiap peubah berturut-turut adalah 0.0065, 0.1873, 0.2198, 0.2496, 0.1744, dan 0.2461. Sementara pada regresi *Cox Proportional Hazard* galat baku berturut-turut adalah 0.0075, 0.2404, 0.2676, 0.2607, 0.2528, dan 0.2272. Faktor yang signifikan pada model *Bayesian Survival* hanya nyeri ulu hati dengan koefisien sebesar 0.3333 sehingga laju kesembuhan pasien penderita tifus apabila mengalami nyeri ulu hati bertambah sebesar 1.396. Faktor yang signifikan pada model regresi *Cox Proportional Hazard* adalah jenis kelamin dan nyeri ulu hati dengan koefisien berturut-turut adalah -0.5411 dan 0.6619 sehingga apabila pasien penderita tifus berjenis kelamin perempuan maka laju kesembuhan bertambah sebesar 0.582 serta apabila mengalami nyeri ulu hati maka laju kesembuhan bertambah sebesar 1.938.

Kata Kunci : Analisis *Survival*, Regresi *Cox*, *Bayesian Survival*, Tifus.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Analisis Daya Tahan Hidup	5
2.2 Fungsi <i>Survival</i> dan Fungsi <i>Hazard</i>	8
2.3 Uji <i>Kaplan-Meier</i> dan Uji <i>Log Rank</i>	10
2.4 Pemeriksaan Asumsi <i>Proportional Hazard</i>	13
2.5 Model <i>Cox Proportional Hazard</i>	16
2.6 <i>Bayesian Survival</i>	17
2.7 Tifus	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat	19
3.2 Data.....	19
3.3 Metoda Penelitian	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Analisis Deskriptif Pasien.....	23
4.1.1 Faktor Usia (X1)	23

4.1.2	Tabulasi Silang Status Pasien dengan Faktor Jenis Kelamin (X2)	24
4.1.3	Tabulasi Silang Status Pasien dengan Faktor Diare (X3)	25
4.1.4	Tabulasi Silang Status Pasien dengan Lidah Kotor (X4)	25
4.1.5	Tabulasi Silang Status Pasien dengan Faktor Nyeri Ulu Hati (X5)	26
4.1.6	Tabulasi Silang Status Pasien dengan Faktor Muntah (X6).....	27
4.2	Uji Kaplan-Meier dan Uji LogRank.....	28
4.2.1	Uji Kaplan-Meier Faktor Usia Penderita Tifus.....	29
4.2.2	Uji Kaplan-Meier Faktor Jenis Kelamin Penderita Tifus	30
4.2.3	Uji Kaplan-Meier Faktor Diare Penderita Tifus	31
4.2.4	Uji Kaplan-Meier Faktor Lidah Kotor Penderita Tifus	31
4.2.5	Uji Kaplan-Meier Faktor Nyeri Ulu Hati Penderita Tifus	32
4.2.6	Uji Kaplan-Meier Faktor Muntah Penderita Tifus.....	33
4.2.7	Uji Log Rank Keseluruhan Faktor Penderita Tifus	34
4.3	Pemeriksaan Asumsi Proportional Hazard	35
4.3.1	Asumsi Proportional Hazard Faktor Usia.....	36
4.3.2	Asumsi Proportional Hazard Faktor Jenis Kelmain	36
4.3.3	Asumsi Proportional Hazard Faktor Diare	37
4.3.4	Asumsi Proportional Hazard Faktor Lidah Kotor.....	38
4.3.5	Asumsi Proportional Hazard Faktor Nyeri Ulu Hati	38
4.3.6	Asumsi Proportional Hazard Faktor Muntah.....	39
4.3.7	Asumsi Proportional Hazard dengan Goodness-Of-Fit (GOF).....	39
4.4	Model Regresi Cox Proportiona Hazard.....	40
4.5	Model Bayesian Survival	42
4.6	Perbandingan Model	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		46
5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN.....		50

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Variabel <i>Dependent</i> Penelitian	20
Tabel 3. 2 Variabel <i>Independent</i> Penelitian	20
Tabel 4. 1 Karakteristik faktor usia.....	23
Tabel 4. 2 Karakteristik faktor jenis kelamin.....	24
Tabel 4. 3 Karakteristik faktor diare	25
Tabel 4. 4 Karakteristik faktor lidah kotor.....	26
Tabel 4. 5 Karakteristik faktor nyeri ulu hati.....	26
Tabel 4. 6 Karakteristik faktor muntah	27
Tabel 4. 7 Uji <i>Log Rank</i> Keseluruhan Faktor	34
Tabel 4. 8 Nilai <i>p-Value</i> Metode <i>Goodness-Of-Fit</i>	40
Tabel 4. 9 Estimasi Parameter Model <i>Cox Proportional Hazard</i>	40
Tabel 4. 10 Model Peubah Nyata <i>Cox Proportional Hazard</i>	42
Tabel 4. 11 Estimasi Parameter Model <i>Bayesian Survival</i>	42
Tabel 4. 12 Model Peubah Nyata <i>Bayesian Survival</i>	44
Tabel 4. 13 Perbandingan <i>Standard Error</i>	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Sensor Kanan.....	7
Gambar 2. 2 Gambaran Umum Kurva <i>Kaplan-Meier</i>	11
Gambar 2. 3 Ilustrasi grafik asumsi <i>Proportional Hazard</i>	13
Gambar 3. 1 Diagram AlirMetodaPenelitian	22
Gambar 4. 1 Kurva <i>Kaplan-Meier</i> Pasien Penderita Tifus	28
Gambar 4. 2 Kurva <i>Kaplan-Meier</i> Faktor Usia	29
Gambar 4. 3 Kurva <i>Kaplan-Meier</i> Berdasarkan Kelompok Usia	29
Gambar 4. 4 Kurva <i>Kaplan-Meier</i> Faktor Jenis Kelamin	30
Gambar 4. 5 Kurva <i>Kaplan-Meier</i> Faktor Diare.....	31
Gambar 4. 6 Kurva <i>Kaplan-Meier</i> Faktor Lidah Kotor	32
Gambar 4. 7 Kurva <i>Kaplan-Meier</i> Faktor Nyeri Ulu Hati.....	32
Gambar 4. 8 Kurva <i>Kaplan-Meier</i> Faktor Muntah	33
Gambar 4. 9 Grafik log(-log) Faktor Usia	36
Gambar 4. 10 Grafik log(-log) Faktor Jenis Kelamin	37
Gambar 4. 11 Grafik log(-log) Faktor Diare.....	37
Gambar 4. 12 Grafik log(-log) Faktor Lidah kotor.....	38
Gambar 4. 13 Grafik log(-log) Faktor Nyeri Ulu Hati.....	38
Gambar 4. 14 Grafik log(-log) Faktor Muntah	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Analisis daya tahan hidup atau yang biasa lebih dikenal dengan analisis *survival* merupakan suatu alat statistika yang digunakan untuk mengamati catatan waktu dari suatu objek sampai terjadinya suatu peristiwa yang dapat berupa kesembuhan, kematian, ataupun kejadian lain yang bisa diamati waktu peristiwanya (Kleinbaum and Klein, 2012). Analisis daya tahan hidup bertujuan untuk mengetahui hubungan variabel-variabel terhadap waktu daya tahan hidup, dalam hal ini waktu berperan sebagai variabel dependen. Selain itu, tujuan lainnya adalah untuk mengetahui fungsi *hazard* ataupun fungsi survivalnya yang dapat dilakukan dengan menggunakan analisis regresi seperti analisis regresi *Cox Proportional Hazard* dan *Bayesian Survival*.

Analisis regresi dapat digunakan untuk mengetahui adanya hubungan diantara variabel independen dan variabel dependen (Chandra, 2015). Dalam Analisis daya tahan hidup ada beberapa model regresi yang dapat dipakai diantaranya model parametrik, model semiparametrik, dan model nonparametrik. Model parametrik memiliki asumsi bahwa waktu daya tahan hidup membentuk suatu distribusi. Model nonparametrik digunakan apabila data waktu daya tahan hidup tidak mengikuti distribusi yang sudah umum. Diantara kedua model tersebut terdapat model semiparametrik dimana antara variabelnya ada yang mengikuti distribusi yang sudah umum. Sehingga, fleksibilitas model semiparametrik lebih lebih baik (Chandra dan Rohmaniah, 2020).

Model regresi *Cox* termasuk salah satu model regresi semiparametrik karena variabel independennya berbentuk model parametrik sedangkan fungsi *hazard* dasarnya berbentuk model nonparametrik. Model ini biasa dikenal dengan regresi *Cox Proportional Hazard* (Cox PH) karena memenuhi asumsi *Proportional Hazard* (Dukalang, 2019). Selain Model regresi *Cox Proportional Hazard* terdapat metode lain yang dapat digunakan untuk mengetahui waktu daya tahan hidup yaitu *Bayesian Survival*. Metode ini dianggap lebih baik untuk menduga suatu parameter dibandingkan pendekatan statistika klasik (Wijayanti, 2014). Jika pada pendekatan statistika klasik suatu parameter dianggap sebagai parameter yang tetap, maka pada pendekatan *Bayesian* parameter bernilai acak yang memiliki distribusi *prior* yang selanjutnya dapat ditentukan distribusi *posterior* sehingga diperoleh estimator *Bayesian* (Diana, 2016)

Metode analisis daya tahan hidup pada penelitian ini diterapkan pada penderita Tifus. Tifus sebagai suatu penyakit infeksi akut bakteri *Salmonella Typhi* pada usus halus menjadi masalah kesehatan masyarakat Indonesia yang sering dijumpai dengan rata-rata kejadian lima ratus per seratus ribu penduduk dengan sebesar 0,6 – 5% tingkat kematian (Hadi dkk., 2020). Penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya memberikan beberapa faktor yang dapat diamati pada penderita tifus yaitu usia, jenis kelamin, nyeri ulu hati, diare, lidah kotor, dan muntah (Faisal dkk., 2020). Masih minimnya penelitian daya tahan hidup penderita tifus yang menggabungkan metode regresi *Cox Proportional Hazard* dan metode *Bayesian Survival*, sehingga peneliti mencoba membandingkan daya tahan hidup penderita penyakit tifus menggunakan metode

regresi *Cox Proportional Hazard* dan metode *Bayesian Survival*. Hasil yang diharapkan adalah model daya tahan hidup yang terbaik dengan melihat *standard error* yang diperoleh dari kedua metode tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang dapat dirumuskan permasalahan berikut:

1. Apakah faktor usia, jenis kelamin, nyeri ulu hati, diare, lidah kotor, dan muntah mempengaruhi daya tahan hidup penderita penyakit tifus menggunakan metode regresi *Cox Proportional Hazard* dan *Bayesian*?
2. Bagaimana perbandingan model daya tahan hidup penderita penyakit tifus dengan menggunakan metode regresi *Cox Proportional Hazard* dan metode *Bayesian*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka tujuan penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi daya tahan hidup penderita penyakit tifus dengan menggunakan metode regresi *Cox PH* dan *Bayesian*.
2. Membandingkan model daya tahan hidup penderita tifus dengan menggunakan metode regresi *Cox PH* dan *Bayesian*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Peneliti dapat menerapkan ilmu matematika dibidang statistika tentang analisis survival model regresi *Cox PH* dan *Bayesian* pada penderita tifus.
2. Sebagai informasi masukan kepada pembaca mengenai model statistika khususnya analisis survival yang lebih baik untuk digunakan dalam kasus seperti yang diuji dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, E.D., Handajani, S.S., Setiyowati, R. 2019. Uji asumsi proportional hazard pada faktor yang mempengaruhi waktu tahan hidup pasien kanker paru. *Indones. J. Appl. Stat.*, 1(2), 126-132.
- Chandra, N.E. 2015. Regresi nonparametrik kernel adjusted. *J. Ilm. Mat. dan Pendidik. Mat.*, 7(1), 1-10.
- Chandra, N.E., Rohmaniah, S.A. 2020. Analisis survival model regresi semiparametrik pada lama studi mahasiswa. *J. Ilm. Teknosains*, 5(2), 94-98.
- Diana, N.E. 2016. Pendekatan metode bayesian untuk kajian estimasi parameter distribusi log - normal untuk non - informatif prior. *J. Sains. Tek. ITS*, 5(2), 14–16.
- Dukalang, H. 2019. Analisis regresi cox proportional hazard pada pemodelan waktu tunggu mendapatkan pekerjaan. *Jambura J. Math.*, 1(1), 36–42.
- Faisal, A.R., Bustan, M.N., Annas, S. 2020. Analisis survival dengan pemodelan regresi cox proportional hazard menggunakan pendekatan bayesian (studi kasus: pasien rawat inap penderita demam tifoid di rsud haji makassar). *J. Stat. Appl. Teach. Reasearch*, 2(2), 62–70.
- Hadi, S., Amaliyah B., I.K., Zaidan. 2020. Karakteristik penderita demam tifoid di rs. Ibnu sina kota makassar tahun 2016 - 2017, *UMI Med. J*, 5(1), 57–68.
- Hari, N.C., Komalig, H., Langi, Y. 2018. Analisis survival dalam menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi lama studi mahasiswa matematika di jurusan matematika fmipa universitas sam ratulangi manado. *d’CARTESIAN*, 7(2), 84-89.
- Iriawan, N., Astutik, S., Prastyo, D.D. 2010. Markov chain monte carlo – based approaches for modeling the spatial survival with conditional. *IJCSNS Int. J. Comput. Sci. Netw. Secur.*, 10(12), 211–217.
- Kleinbaum, D.G., Klein, M. 2012. *Survival Analysis. A self-A self-Learning Text*, 3rd edition, Springer Publishers, New York.
- Mahmudah, N., Anggraeni, F. 2019. Bayesian survival regresi pada proses kejadian hiv/aids di jawa timur. *Inventor J. Sci. Tech.*, 2(1), 23–27.
- Muhajir, M., Palupi, Y.D. 2018. Survival analysis of child patient diarrhea using

kaplan meier method and rank log test. *J. Eksakta*, 18(1), 74–84.

- Rahmanika, F.A., Purnami, S.W., Kusumawardani, N.A. 2016. Analisis kurva survival kaplan meier pada pasien hiv/aids dengan antiretroviral therapy (art) di rsud prof. Dr. Soekandar kabupaten mojokerto menggunakan uji log rank. *J.Sain. Sen. ITS*, 5(1), 127–132.
- Sonang, S., Purba, A.T., Pardede, F.O.I. 2019. Pengelompokan jumlah penduduk berdasarkan kategori usia dengan metode k-means. *J. Tek. Inf. dan Komput.* 2(2), 166-172.
- Suhartini, A., Rahmawati, R., Suparti, S. 2018. Analisis kurva survival kaplan meier menggunakan uji log rank (studi kasus :pasien penyakit jantung koroner di rsud undata palu). *J. Gaussian*, 7(1), 33–42.
- WHO. 2018. *Typhoid*. Tersedia pada <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/typhoid>. Diakses pada 02 Februari 2021.
- Wijayanti, R. 2014. *Perbandingan analisis regresi cox dan analisis survival bayesian pada ketahanan hidup pasien kanker serviks di rsud dr. Seotomo surabaya*. Tesis ITS.