

Penerapan Model Regresi *Cox Propotional Hazard* Dengan Metode *Efron Partial Likelihood* Terhadap Lama Studi Mahasiswa Matematika Angkatan 2018

Dzakiyah Lubna¹, Dewi Murni²

^{1,2}Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Padang

e-mail: dzakiyahlubna@gmail.com

Abstrak

Mahasiswa Departemen Matematika Universitas Negeri Padang khususnya angkatan 2018 tercatat telah di wisuda sebanyak 146 orang terhitung sampai periode wisuda Maret 2023. Apabila dikalkulasikan 70,2 % mahasiswa matematika terlambat dalam menyelesaikan studi mereka. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi lama studi mahasiswa Departemen Matematika UNP angkatan tahun 2018. Penelitian ini merupakan penelitian terapan. Variabel yang digunakan adalah IPK, jalur masuk, organisasi, penghasilan orang tua dan kerja paruh waktu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Regresi *Cox Propotional Hazard* dengan pendekatan *Efron*. Dari hasil analisis diperoleh bahwa faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan adalah IPK dan penghasilan orang tua berdasarkan lama studi mahasiswa. Model akhir Regresi *Cox Propotional Hazard* yang terbentuk adalah : $h(t, x) = h_0(t)exp(3.158x_1 - 0.255x_4)$ dengan nilai hazard ratio 23,532 untuk IPK dan 0,755 untuk penghasilan orang tua.

Kata kunci: *Lama Studi, Regresi Cox Propotional Hazard, Metode Efron*

Abstract

Students from the Department of Mathematics, Padang State University, especially the class of 2018, recorded 146 graduates as of the March 2023 graduation period. If it is calculated that 70.2% of mathematics students are late in completing their studies. Therefore, the purpose of this research is to find out the factors that influence the length of study of students from the Department of Mathematics, UNP class of 2018. This research is applied research. The variables used are GPA, entrance, organization, parents' income and part-time work. The method used in this study is the Cox Proportional Hazard Regression with the Efron approach. From the results of the analysis, it was found that the factors that had a significant influence were GPA and parents' income based on the length of study of students. The final Cox Proportional Hazard Regression model that is formed is: $h(t, x) = h_0(t)exp(3.158x_1 - 0.255x_4)$ with a hazard ratio value of 23.532 GPA and 0.755 for parents income.

Keywords: *Length of Study, Cox Propotional Hazard Regression, Efron Method.*

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan upaya sadar dan terencana untuk menciptakan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi diri dalam memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan bagi dirinya, masyarakat, bangsa, dan Negara. Perguruan tinggi adalah salah satu institusi pendidikan yang bertanggung jawab dalam melaksanakan peran dan fungsi untuk mencapai tujuan pendidikan tersebut. Seorang mahasiswa yang lulus dari perguruan tinggi dikatakan baik jika ia dapat menyelesaikan studi tepat waktu atau tidak melebihi 4 tahun (48 bulan) untuk jenjang studi Strata-1 (S1).

Namun dalam pelaksanaannya, banyak mahasiswa yang tidak dapat menyelesaikan studi tepat waktu. Data lapangan menunjukkan bahwa Departemen Matematika Universitas Negeri Padang khususnya angkatan 2018 telah menamatkan 146 mahasiswa dalam satu tahun terakhir hingga periode wisuda Maret 2023. Dari jumlah tersebut, terdapat 6 mahasiswa yang lulus dalam waktu 3,5 tahun, 65 mahasiswa lulus tepat waktu, dan 75 mahasiswa yang menghabiskan lebih dari 8 semester. Jika dihitung, hanya 29,8% mahasiswa matematika yang dapat menyelesaikan studi tepat waktu. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah mahasiswa yang masuk tidak sebanding dengan jumlah mahasiswa yang lulus. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi lama studi mahasiswa Departemen Matematika Universitas Negeri Padang angkatan 2018. Analisis yang digunakan untuk mengetahui faktor-faktor tersebut adalah analisis ketahanan hidup atau analisis *survival*.

Analisis *survival* adalah kumpulan prosedur statistik untuk menganalisis data yang variabel akhirnya adalah waktu hingga terjadi kejadian. Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk menganalisis data *survival*. Salah satu analisis regresi yang sering digunakan dalam menganalisis data *survival* adalah regresi *cox propotional hazard*.

Model regresi *cox propotional hazard* adalah model yang dapat mengestimasi rasio *hazard* tanpa mengetahui *hazard* dasarnya dan dapat mengestimasi fungsi *survival* meskipun *hazard* dasarnya tidak spesifik. Tujuan dari regresi *cox propotional hazard* adalah mengetahui efek dari beberapa variabel terhadap waktu *survival* secara bersama-sama.

Waktu kejadian atau waktu *survival* dalam analisis *survival* terbagi menjadi 2 jenis, yaitu waktu kejadian tanpa *ties* dan waktu kejadian dengan *ties*. *Ties* adalah keadaan ketika terdapat dua individu atau lebih yang mengalami kejadian pada waktu yang sama. Umumnya terdapat tiga metode untuk menangani kejadian bersama dalam model *cox propotional hazard*, yaitu metode *exact*, metode *breslow*, dan metode *efron*. Dalam penelitian ini, digunakan model regresi *cox propotional hazard* dengan pendekatan *efron*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi lama studi mahasiswa Departemen Matematika Universitas Negeri Padang angkatan 2018 menggunakan model regresi *cox propotional hazard* dengan pendekatan *efron*.

Masa Studi

Masa studi mahasiswa untuk program strata satu (S-1) ditempuh selama 8 semester atau 4 tahun atau paling lambat ditempuh selama 14 semester atau 7 tahun. Masa yang berarti jangka waktu tertentu yang ada permulaan dan batasnya. Sedangkan studi yang berarti pengelompokan sejumlah mata pelajaran yang sejenis atau memiliki ciri yang sama (mata pelajaran yang telah berkorelasi satu dengan yang lain). Beban studi semesteran adalah jumlah SKS yang ditempuh mahasiswa pada semester tertentu. Beban studi kumulatif ialah jumlah SKS minimal yang baru ditempuh mahasiswa agar dapat dinyatakan telah menyelesaikan suatu program studi. Waktu studi kumulatif adalah batas waktu maksimal yang diperkenankan untuk menyelesaikan suatu program. Besar beban kumulatif dan waktu dan waktu studi kumulatif maksimal bagi program studi jenjang sarjana Strata (S-1) sekurang-kurangnya 144-160 SKS dan paling lama 14 semester.

Analisis Survival

Analisis *survival* adalah kumpulan dari prosedur statistika untuk menganalisis data waktu antar kejadian (*time to event data*) atau menganalisis data yang berhubungan dengan waktu, mulai dari *time origin* sampai terjadinya suatu peristiwa khusus. Waktu *survival* dapat didefinisikan sebagai waktu dari awal pengamatan hingga terjadinya suatu kejadian khusus atau *end point*. Dalam analisis *survival* terdapat 3 tipe penyensoran yaitu:

1. Sensor kanan (*right censoring*)

Sensor yang terjadi dikarenakan objek pengamatan belum mengalami kejadian hingga akhir periode pengamatan, sedangkan waktu awal dari objek pengamatan dapat diamati secara penuh.

2. Sensor kiri (*left censoring*)

Sensor yang terjadi dikarenakan waktu awal dari subjek pengamatan tidak dapat teramati pada awal pengamatan, sementara kegagalan dapat diamati secara penuh sebelum penelitian berakhir.

3. Sensor interval (*interval censoring*)

Sensor interval adalah sensor yang waktu *survival*nya berada dalam suatu selang tertentu. Sensor ini terjadi ketika hanya diketahui bahwa suatu *event* yang diinginkan terjadi dalam suatu periode waktu.

Model Regresi Cox Proporsional Hazard

Cox *proportional hazard* merupakan model semiparametrik. Jadi regresi Cox merupakan model yang menggambarkan hubungan antara waktu *survival* sebagai variabel dependen dengan satu set variabel independen. Regresi Cox *proportional hazard* ini digunakan bila respon yang diobservasi adalah waktu *survival*. Model regresi Cox *proportional hazard* ditulis dalam bentuk sebagai berikut :

$$h(t, x) = h_0(t) \exp(\beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p)$$

dengan memisalkan,

$h_0(t)$: fungsi dasar *hazard*

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$: parameter regresi
 x_1, x_2, \dots, x_k : nilai variabel prediktor

Kejadian Bersama atau Ties

Dalam analisis *survival* sangat sering ditemukan kejadian bersama atau sering disebut dengan *ties*. Dalam hal ini, *ties* merupakan kejadian dimana dua individu atau lebih yang mengalami kejadian pada waktu yang bersamaan. Terjadinya *ties* pada data *survival* akan menimbulkan permasalahan dalam *partial likelihoodnya* yaitu saat menentukan anggota dari suatu himpunan resikonya. Kejadian bersama dapat menimbulkan masalah pada estimasi parameter yang berhubungan dengan penentuan anggota dari himpunan resiko. Ada beberapa metode alternatif untuk menangani *ties*, yaitu metode *partial likelihood Breslow*, metode *partial likelihood Efron*, dan metode *partial likelihood Exact*

Metode Efron Partial Likelihood

Metode dengan pendekatan *partial likelihood efron* ini merupakan metode yang sedikit lebih intensif pada tingkat komputasinya dibanding dengan metode *breslow*. Akan tetapi metode ini memberikan hasil estimasi yang baik jika data kejadian bersama atau *ties* dalam ukuran besar dapat diuraikan dengan pendekatan *efron* secara umum memiliki bentuk persamaan sebagai berikut:

$$L(\beta_{Efron}) = \prod_{i \in D} \frac{\exp(\beta S_k)}{\prod_{i=1}^{d_k} \left[\sum_{j \in R_k} \exp(\beta x_j) - \frac{j-1}{d_k} \sum_{j \in D_k} \exp(\beta x_j) \right]}$$

Dengan $L(\beta_{Efron})$ adalah penduga kemungkinan maksimum dari parameter β dengan metode *partial likelihood efron*. β adalah parameter dari model regresi yang akan diestimasi. S_k adalah jumlah kovariat atau variabel independen (x) pada waktu kejadian bersama. D adalah himpunan indeks k dari semua waktu kejadian (semua t_k yang mendapatkan *event*). d_k adalah banyaknya kasus kejadian bersama (*ties*) pada waktu ke t_k . R_k adalah himpunan resiko semua individu yang belum mendapatkan kejadian pada saat tertentu. x_j adalah vektor kovariat atau variabel independen. Dan D_k ialah himpunan individu yang mendapat kejadian pada waktu ke- t_k .

Pengujian Parameter

Pengujian parameter dalam penelitian ini pada uji *overall* dilakukan menggunakan uji *partial likelihood ratio* sedangkan uji parsial menggunakan uji *wald*. Hipotesis yang digunakan dalam uji serentak ialah sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu dari } \beta_j \neq 0, \text{ dengan } j = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji yang dilakukan :

$$X_{LR}^2 = -2 \ln \frac{l_0}{l_p} = -2 \ln l_0 + 2 \ln l_p = l_0 - l_p$$

Daerah penolakan untuk tolak H_0 jika $G = \chi^2_{(\alpha, db=p)}$ atau $P - Value < \alpha$. Jika H_0 ditolak maka $\beta_j \neq 0$ berarti menunjukkan bahwa terdapat minimal satu variabel independen yang berpengaruh terhadap waktu survival atau variabel dependennya.

Uji parsial bertujuan untuk mengetahui variabel independen yang berpengaruh secara nyata terhadap variabel dependen. Hipotesis yang digunakan dalam uji sebagian ialah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} H_0 & : \beta_j = 0, \text{ dengan } j = 1, 2, \dots, p \\ H_1 & : \beta_j \neq 0, \text{ dengan } j = 1, 2, \dots, p \end{aligned}$$

Statistik uji yang dilakukan :

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

Daerah penolakan untuk uji parsial Tolak H_0 jika $|Z| > Z_{\alpha/2}$ atau $P - Value < \alpha$. Jika H_0 ditolak, maka $\beta_j \neq 0$, berarti menunjukkan bahwa variabel independen berpengaruh terhadap waktu *survival* atau variabel dependennya.

Pemilihan Model Regresi Cox Terbaik

Dalam penelitian ini pemilihan model terbaik dilakukan menggunakan seleksi *backward*. Mula-mula semua variabel independen dimasukkan pada persamaan model, kemudian dikeluarkan satu per satu berdasarkan nilai *P-Value* yang paling besar. Secara keseluruhan jika semua nilai *P-Value* dari setiap variabel yang masuk kedalam model sudah signifikan maka seleksi *backward* dihentikan.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan menggunakan data primer. Data bersumber dari penyebaran angket berupa kusioner kepada mahasiswa angkatan 2018 dan variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari IPK (x1), jalur masuk (x2), organisasi (x3), pengasihan orang tua (x4), dan kerja paruh waktu (x5).

Langkah-langkah analisis data pada penelitian ini yaitu:

- Mengumpulkan data mahasiswa Matematika Universitas Negeri Padang angkatan 2018.
- Mengidentifikasi variabel-variabel yang akan dianalisis dengan menggunakan metode regresi *cox proportional hazard*.
- Melakukan analisis deskriptif dengan distribusi frekuensi untuk mengetahui gambaran umum dari variabel yang digunakan.
- Melakukan pengujian asumsi *proportional* untuk variabel-variabel independen yang bersifat kategorik.
- Melakukan estimasi parameter dari hasil analisis regresi *cox proportional hazard*.
- Membentuk model awal regresi dari hasil estimasi parameter sebelumnya.
- Melakukan uji kelayakan dari model yang telah terbentuk. Uji kelayakan model yang digunakan yaitu uji *overall* dan uji parsial.

- h. Apabila uji kelayakan model (*overall* dan *parsial*) telah terpenuhi berarti model layak untuk digunakan dan bisa dilanjutkan ke tahapan berikutnya
- i. Melakukan interpretasi model akhir regresi *cox propotional hazard* yang telah terbentuk.
- j. Menarik kesimpulan dan saran dari hasil yang telah didapat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan dari angket yang telah diberikan maka berikut ini merupakan distribusi data dari masing-masing variabel yang digunakan dalam penelitian :

Tabel 1. Status Mahasiswa

	Peubah	Frekuensi	Persentase (%)
Status Mahasiswa:	Terobservasi	100	40,7
	Tersensor	146	59,3
Total		246	100

Catatan: Terobservasi : Mahasiswa sudah dinyatakan lulus
Tersensor : Mahasiswa belum lulus

Berdasarkan Tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa sebesar 59,3% atau sebanyak 146 mahasiswa Departemen Matematika angkatan 2018 dalam status terobservasi dengan kata lain mahasiswa yang telah menyelesaikan studi sebelum atau pada semester ganjil tahun ajaran 2023/2024. Sedangkan sebesar 40,7% atau sebanyak 100 mahasiswa masuk dalam status tersensor dikarenakan tidak dapat menyelesaikan studi pada semester ganjil tahun 2023/2024.

Tabel 2. Frekuensi Data Variabel

	Kategori	Frekuensi
Status Masuk	1 = SNMPTN	89
	2 = SBMPTN	93
	3 = Mandiri	64
Organisasi	1 = Pernah	81
	2 = Tidak Pernah	165
Penghasilan Orang Tua	1 = ≤ 1.000.000 (Ekonomi Rendah)	56
	2 = 1.000.000 - 5.000.000 (Ekonomi Menengah bawah)	132
	3 = 5.000.000 - 10.000.000 (Ekonomi menengah atas)	45
	4 = ≥ 10.000.000 (Ekonomi Atas)	13
Kerja Paruh Waktu	1 = Pernah	63
	2 = Tidak Pernah	183

Berdasarkan Tabel 2 diatas, variabel independen dalam penelitian ini yang memperlihatkan bahwa mahasiswa Departemen Matematika angkatan 2018 untuk

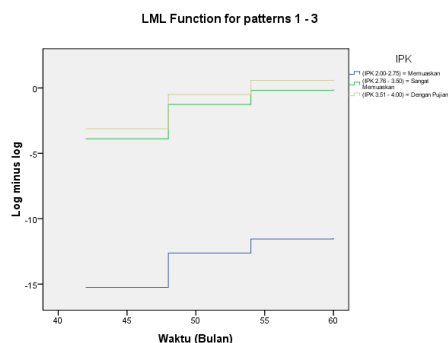
variabel jalur masuk paling banyak melalui jalur SBMPTN. Variabel organisasi menyatakan bahwa mahasiswa Departemen Matematika banyak yang tidak ikut organisasi di dalam masa perkuliahan. Variabel penghasilan orang tua mahasiswa Departemen Matematika masuk dalam kategori ekonomi menengah bawah. Dan untuk variabel kerja paruh waktu mahasiswa Departemen Matematika banyak yang tidak bekerja dibandingkan dengan yang ikut bekerja di dalam masa perkuliahan.

Eksplorasi Data Kuantitatif

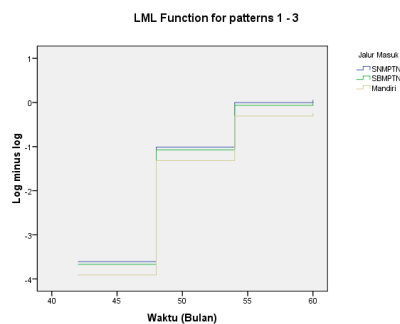
Variabel yang bersifat kuantitatif ialah nilai IPK mahasiswa. Diperoleh bahwa untuk variabel nilai rata-rata IPK mahasiswa Departemen Matematika angkatan 2018 sebesar 3,31 dengan IPK tertinggi 3,89 dan IPK terendah sebesar 2,53. Hal ini menyatakan bahwa mahasiswa Departemen Matematika dikategorikan dengan nilai Memuaskan.

Pengujian Asumsi *Propotional Hazard* Pendekatan Grafik

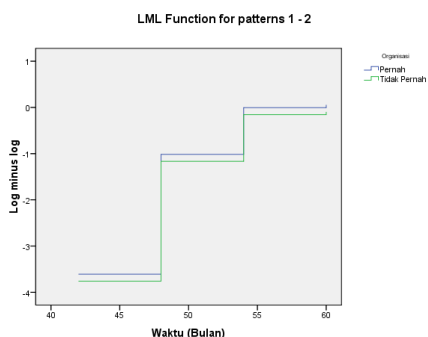
Pengujian asumsi *propotional hazard* melalui pendekatan grafik dapat dilihat dari plot antar kategori dalam satu variabel independen terlihat sejajar atau tidak bersilangan maka asumsi *propotional hazard* terpenuhi dan variabel independen yang bersifat kategorik dapat dimasukkan ke dalam model. Berikut merupakan uji asumsi *propotional hazard* untuk masing-masing variabel independen yang bersifat kategorik dalam penelitian ini :



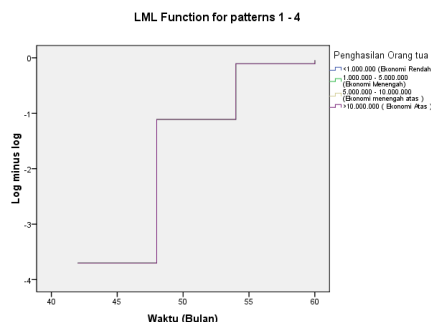
(a)



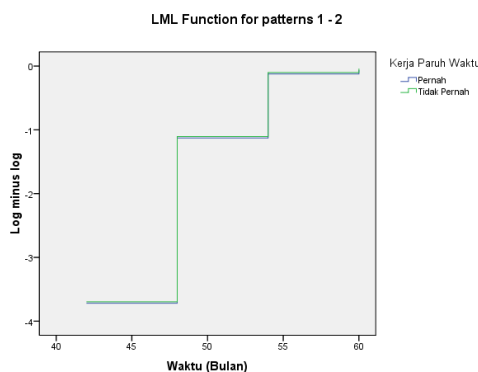
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar . Plot log minus log survival variabel (a) IPK (b) Jalur masuk (c) Organisasi (d) Penghasilan orang tua (e) Kerja paruh waktu

Dari analisis pengujian asumsi *propotional hazard* di atas diperoleh hasil bahwa semua variabel penjelas memenuhi asumsi *propotional hazard*, maka semua variabel independen tersebut dapat dilakukan pengujian selanjutnya yaitu analisis regresi cox.

Estimasi Parameter

Uji overall dilakukan untuk mengetahui signifikan dari model secara keseluruhan. Berikut hasil uji signifikansi parameter regresi *cox propotional hazard* secara keseluruhan sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Signifikansi Parameter Secara Keseluruhan Model Regresi Cox Propotional Hazard

Uji	Chi Square	Df	P-value	Keputusan
Likelihood ratio	71,07	5	0,006	$P_{-value} < \alpha$: Tolak H_0

Berdasarkan Tabel 3, di dapat nilai Likelihood ratio untuk regresi *cox propotional hazard* ialah sebesar 71,07, dengan nilai p-value sebesar 0,006 lebih kecil

dari alpha 0,05, maka menghasilkan keputusan H_0 ditolak yang berarti variabel independen memiliki pengaruh terhadap variabel dependen.

Uji parsial digunakan untuk menguji koefisien parameter (β) dari setiap variabel. Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui apakah variabel independen atau setiap kovariat berpengaruh signifikan atau tidak.

Tabel 4. Hasil Uji Parsial Regresi Cox dengan Metode Efron

Variabel	Coef	Exp(Coef)	SE(Coef)	Z	P-value	Keputusan
IPK (x1)	3.200	24.53	0.404	7.913	2.55e-15	$P_{-value} < \alpha$: Tolak H_0
Jalur masuk (x2)	-	0.821	0.108	-1.807	0.070	$P_{-value} > \alpha$: Gagal Tolak H_0
Organisasi (x3)	0.199	0.818	0.177	-1.129	0.258	$P_{-value} > \alpha$: Gagal Tolak H_0
Penghasilan	-					$P_{-value} < \alpha$: Tolak H_0
Orang Tua (x4)	0.270	0.763	0.126	-2.143	0.032	$P_{-value} > \alpha$: Gagal Tolak H_0
Kerja Paruh						$P_{-value} > \alpha$: Gagal Tolak H_0
Waktu (x5)	0.156	1.169	0.214	0.728	0.466	Gagal Tolak H_0

Dari hasil uji parameter regresi cox pada Tabel 4 dapat diasumsikan untuk variabel IPK dan penghasilan orang tua memiliki nilai P_{-value} lebih kecil dari alpha 0,05 sehingga menghasilkan keputusan tolak H_0 . Hal ini artinya variabel IPK dan penghasilan orang tua signifikan berpengaruh terhadap lama studi mahasiswa. Sedangkan untuk variabel jalur masuk, organisasi, dan kerja paruh waktu tidak signifikan berpengaruh terhadap lama studi mahasiswa. Dengan model awal regresi *cox propotional hazard* yang disubstitusikan ke dalam persamaan 1.1 sebagai berikut :

$$h(t, x) = h_0(t) \exp(3.200x_1 - 0.196x_2 - 0.199x_3 - 0.270x_4 + 0.156x_5)$$

Pembentukan Model Akhir Regresi Cox Propotional Hazard

Pada penelitian ini dilakukan pemilihan model terbaik dengan metode seleksi *backward*, dimulai dengan mengelurakan atau menghapus satu per satu peubah menurut kriteria signifikansi .

Tabel 5. Hasil Estimasi Parameter Regresi Cox PH dari model terbaik

Variabel	Coef	Exp (Coef)	SE (Coef)	Z	P-value
x1	3.158	23.544	0.400	7.895	2.89e-15
x4	-0.255	0.7745	0.110	-2.311	0.020

Berdasarkan pada Tabel 5 diketahui bahwa persamaan regresi cox akhir setelah disubsitusikan pada persamaan * dapat dituliskan sebagai berikut :

$$h(t, x) = h_0(t) \exp(3.158x_1 - 0.255x_4)$$

SIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Pemodelan regresi *cox propotional hazard* untuk data lama studi mahasiswa Departemen Matematika Universitas Negeri Padang angkatan 2018 adalah: $h(t, x) = h_0(t) \exp(3.158x_1 - 0.255x_4)$. Faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan dalam kasus lama studi mahasiswa Departemen Matematika Universitas Negeri Padang angkatan 2018 adalah IPK dan penghasilan orang tua. Dengan interpretasi model akhir *cox propotional hazard* sebagai berikut : a) Nilai hazard ratio untuk variabel IPK sebesar $e^{(3,158)} \approx 23,523$, yang artinya semakin besar nilai IPK maka memiliki kemungkinan 23,523 kali lebih cepat untuk menyelesaikan studinya; b) Nilai hazard ratio untuk variabel penghasilan orang tua sebesar $e^{(-0,255)} \approx 0,775$, yang artinya semakin kecil penghasilan orang tua maka memiliki kemungkinan 0,775 kali lebih lambat dalam menyelesaikan studinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Allison. 2010. *Survival Analysis Using SAS: A practical Guide, Second Edition. In Technometrics* .hlm. 368-405.
- Bhattacharjee Atanu a dkk. 2022 .A combined iterative sure independence screening and Cox proportional hazard model for extracting and analyzing prognostic biomarkers of adenocarcinoma lung cancer, *JournalHealthcare Analytics 2 100108*.Vol.10, 114-125
- Collett. 2015.*Modelling Survival Data in Medical Research Modelling Survival Data in Medical Research Third Edition* . 5-49.
- F.M. Zahid., dkk. 2019.Gender based survival prediction models for heart failure patients: a case study in Pakistan. *JournalPLoS One* Vol.2, No. 5, 325-337
- Klein, J. P., & Moeschberger, M. L. 2003. *SURVIVAL ANALYSIS Techniques for Censored and Truncated Data. In ACM SIGPLAN Notices* ,425-479
- Kleinbaum, D. G., & Klein, M. 2005. *Survival analysis. In Journal of Clinical Nursing*. hlm.(269-280)
- Lee dan wang. 2003. *Statistical Methods for Survival Data Analysis Third Edition*. Issue 8 hlm.453-479
- M.J. Hossain.,dkk.2021. ML and network-based models to identify genetic risk factors to the progression and survival of colorectal cancer. *Journal Comput. Biol. Med.* Vol.315 No.504-516.
- Slameto. 2015. Belajar Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya. *Jakarta: Rineka Cipta*. ISBN : 978-979-518-166-8
- Sari, Nita Mulia. 2014. Penerapan Regresi Cox Proportional Hazar pada Analisis Survival dan Identifikasi Faktor Lama Studi Mahasiswa S-1 Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Sumatera Utara. *Skripsi. Medan: FMIPA Universitas Sumatera Utara*.24-36
- Sediono., dkk.2013. Pendekatan Regresi Cox Proporsional Hazard dalam Penentu

- wean Faktor – Faktor yang Berpengaruh terhadap Lama Studi Mahasiswa S-1 Matematika di Universitas Airlangga. *Jurnal Matematika*, Vol.14 No.7, 11-18.
- Stephen P. Jenkins. 2005. *Survival Analysis. International Series in Operations Research and Management Science*. hlm. 77-113.
- Susenati, M.N. 2015 .Analisis Lama Waktu Mencari Kerja Dengan Pendekatan Regresi Cox Proportional Hazard. *Skripsi. Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Teknologi, Universitas Islam Indonesia* ,91-101
- Wulandari, D. 2012. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap lama rawat inap pasien demam berdarah dengue di RS Siti Khodijah Menggunakan Regresi Cox. *Skripsi. Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga*.30-75