

Penggunaan Metode Nonparametrik Untuk Membandingkan Fungsi *Survival* Pada Uji Gehan, Cox Mantel, Logrank, Dan Cox F

Used of Non Parametric Method to Compare Survival Function on Gehan Test, Cox Mantel, Logrank, and Cox F

Fitriani¹, Sri Wahyuningsih², dan Yuki Novia Nasution³

¹Mahasiswa Program Studi Statistika FMIPA Universitas Mulawarman

^{2,3}Dosen Program Studi Statistika FMIPA Universitas Mulawarman

Email: nyaranulunfitri@yahoo.com

Abstract

Survival analysis is a statistical method that aims to study and model the relationship between risk factors and the study time students to reach graduation. In this study conducted a survival analysis using a nonparametric method. They are Gehan Test, Cox Mantel Test, Logrank Test, and Cox F Test on data of students of Mulawarman University Faculty of Mathematical and Natural Science majoring in Statistics and majoring in Computer Science 2010. The purpose of this research was to compare the of period of study survival function students majoring in Statistics and majoring in Computer Science . This study was conducted using data of 167 students majoring in Statistics and majoring in Computer Science. The results showed that students of majoring in Computer Science longer in studying compared with students majoring in Statistics. For students majoring in Statistics who participated in the selection to go to college through the SBMPTN and SMMPTN study longer than SNMPT. While those who while majoring in Computer Sciences who participated in the selection to go to college through three pathways had the same study time.

Keywords: Survival analysis, Cox F Test, Cox Mantel Test, Gehan test, and logrank Test.

Pendahuluan

Universitas Mulawarman merupakan universitas negeri yang memiliki 15 fakultas, salah satunya adalah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA). Terdapat lima Program Studi di FMIPA yaitu, fisika, kimia, biologi, statistika, dan ilmu komputer. Setiap tahunnya FMIPA membuka beberapa jalur penerimaan mahasiswa baru yaitu melalui jalur nasional maupun jalur mandiri. Jalur-jalur yang dimaksud adalah jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri, jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Perguruan Tinggi Negeri), dan jalur SMMPTN UNMUL (Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri Universitas Mulawarman).

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) mengeluarkan kebijakan lama kuliah maksimal untuk program sarjana adalah lima tahun (sepuluh semester). Aturan baru ini tertuang dalam peraturan tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi (SNPT). Dalam aturan ini ditentukan bahwa beban belajar minimal mahasiswa S1/D-IV adalah 144 Satuan Kredit Semester (SKS) (Permendikbud Nomor 49 Tahun 2014).

Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul "Penggunaan Metode Nonparametrik untuk Membandingkan Fungsi *Survival* pada Uji Gehan, Cox Mantel, Logrank, dan Cox F dengan studi kasus: Mahasiswa Program Studi Statistika dan Ilmu Komputer FMIPA UNMUL Angkatan 2010".

Analisis Survival

Analisis waktu hidup (analisis *survival*) merupakan suatu teknik statistik untuk menganalisis variabel acak bernilai positif. Analisis waktu hidup meliputi variasi metode yang luas untuk menganalisis waktu suatu peristiwa. Pada umumnya analisis ini digunakan pada bidang medis yaitu untuk menganalisis sebuah peristiwa kematian. Analisis ini juga dapat digunakan dalam beberapa jenis peristiwa seperti kegagalan mesin, perceraian, dan lamanya masa studi seseorang pada sebuah sekolah atau universitas (Miller, 1981).

Waktu Survival

Waktu *survival* adalah catatan waktu yang dicapai suatu objek sampai terjadinya peristiwa tertentu yang disebut sebagai *failure event*. Untuk menentukan waktu *survival*, T , secara tepat terdapat tiga elemen yang harus diperhatikan (Cox dan Oakes, 1984), yaitu waktu awal (*time origin*) tidak ambigu, artinya tidak ada dua pengertian atau lebih, definisi *failure event* keseluruhan harus jelas, dan skala waktu (*time scale*) sebagai satuan pengukuran harus jelas.

Definisi Sensor dan Non Sensor

Data dalam analisis *survival* atau analisis waktu hidup terdiri dari data lengkap dan tidak lengkap. Data lengkap hanya mencakup data non sensor, sedangkan data tidak lengkap mencakup data sensor maupun data non sensor. Data sensor adalah data yang menghadirkan beberapa informasi yang waktu terjadinya suatu peristiwa tidak

diketahui secara pasti dan data non sensor adalah data yang menghadirkan beberapa informasi waktu terjadinya suatu peristiwa diketahui secara pasti.

Pada analisis *survival* adalah adanya kemungkinan beberapa individu tidak bisa diobservasi yang disebut dengan data tersensor. Menurut Miller (1981) alasan yang menyebabkan terjadinya sensor yaitu:

1. *Lost to follow up*, misalkan dalam penelitian ini, mahasiswa yang pindah pada semester awal karena alasan diterima Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (SPMB) atau pindah keluar kota.
2. *Drop-out*, misalkan dalam penelitian ini, mahasiswa *Drop Out* (DO) karena menyalahi kebijakan institusi pendidikan atau Mengundurkan Diri (MD) karena pindah ke jurusan/ perguruan tinggi lain.
3. *Termination of the study*, yaitu bila waktu pengamatan telah berakhir, tetapi informasi yang diinginkan belum diperoleh.

Jenis-jenis Sensor

Terdapat beberapa cara pengklasifikasian tipe data sensor, pengklasifikasian yang pertama dari data sensor, yaitu:

1. Sensor tipe I (Sensor waktu)
Terjadi jika semua nilai c_i adalah sama, $c_i = c$, nilai konstan tersebut berdasarkan ketentuan dari peneliti.
2. Sensor tipe II (Sensor kegagalan)
Jika pengamatan berhenti setelah d (objek yang diteliti) mencapai *failure*, maka c menjadi variabel acak.
3. Sensor tipe III (Sensor acak)
Objek yang diamati ke dalam percobaan pada waktu yang berlainan selama periode waktu tertentu.

(Cox dan Oakes, 1984)

Estimasi Fungsi *Survival* dengan Kaplan-Meier

Estimasi Kaplan Meier disebut juga estimasi *product limit*. Kaplan dan Meier adalah orang pertama yang membahas estimasi fungsi ini. Misal T variabel random kontinu non negatif. Semua fungsi yang berkaitan dengan T didefinisikan dalam interval $[t_j, t_{j+1})$. Estimasi Kaplan Meier merupakan modifikasi dari fungsi tahan hidup empiris untuk keseluruhan data didefinisikan sebagai:

$$\hat{S}(t) = \prod_{t_j \leq t} \frac{n_j - d_j}{n_j}, t \geq 0 \quad (1)$$

Misal t_1, t_2, \dots, t_n menggambarkan estimasi waktu kematian dalam sampel berukuran n dari populasi homogen dengan fungsi *survival* S . Dengan asumsi d_j adalah banyaknya jumlah pasien dalam waktu t_j yang tidak tersensor dimana $t_j (j = 1, 2, \dots, n)$, m_j adalah jumlah tersensor dalam interval $[t_j, t_{j+1})$ pada

waktu $t_{j1}, t_{j2}, \dots, t_{jm_j}$ untuk $j = 0, 1, \dots, n$ dimana $t_0 = 0$ dan $t_{k+1} = t_k + (m_k + d_k) + \dots + (m_k + d_k)$ adalah jumlah individu yang tidak tersensor pada saat t_j , estimasi Kaplan Meier untuk fungsi *survival* didefinisikan sebagai

$$\hat{S}(t) = \prod_{t_j < t} \frac{n_j - d_j}{n_j} \quad (2)$$

(Khayanatun, 2011)

Perbandingan Dua Distribusi *Survival*

Misalkan ada pasien n_1 dan n_2 yang masing-masing menerima perlakuan 1 dan 2, dimana pengamatan pada kelompok 1 adalah sampel dari distribusi dengan fungsi *survival* $S_1(t)$ dan pengamatan pada kelompok 2 adalah sampel dari distribusi dengan fungsi ketahanan hidup $S_2(t)$. Maka hipotesis nol yang dipertimbangkan adalah

$H_0: S_1(t) = S_2(t)$ (Ketahanan hidup pasien yang diberi perlakuan 1 sama dengan pasien yang diberikan perlakuan 2)

Hipotesis alternatif yang berlawanan adalah

$H_1: S_1(t) > S_2(t)$ (Ketahanan hidup pasien yang diberi perlakuan 1 lebih tinggi daripada pasien yang diberi perlakuan 2)

atau

$H_1: S_1(t) < S_2(t)$ (Ketahanan hidup pasien yang diberi perlakuan 2 lebih tinggi daripada pasien yang diberi perlakuan 1)

atau

$H_1: S_1(t) \neq S_2(t)$ (Ketahanan hidup pasien yang diberi perlakuan 1 tidak sama dengan daripada pasien yang diberi perlakuan 2)

Bila tidak ada pengamatan yang disensor, uji nonparametrik dapat digunakan untuk membandingkan dua distribusi *survival* (Lee and Wang, 2003).

Uji Gehan

Uji Wilcoxon untuk Gehan secara menyeluruh terhadap setiap pengamatan x_i atau x_i^+ dalam kelompok satu dibandingkan dengan setiap pengamatan y_j atau y_j^+ dalam kelompok dua dan perbandingan pada kedua kelompok tersebut dilambangkan dengan U_i .

Dalam perhitungan Gehan di setiap observasi dalam sampel 1 dibandingkan dengan masing-masing di dalam sampel 2. Jika dua sampel digabungkan menjadi sampel tunggal dengan jumlah pengamatan $n_1 + n_2$, maka perhitungannya sama dengan membandingkan masing-masing pengamatan yang tersisa terhadap $n_1 + n_2 - 1$ pengamatan yang tersisa. Misalkan $U_i, i = 1, \dots, n_1 + n_2$, jelas bahwa U_i adalah populasi terbatas dengan rata-rata 0 dan Gehan untuk W adalah:

$$W = \sum_{i=1}^{n_1} U_i \tag{3}$$

dimana penjumlahan U_i tersebut hanya berasal dari satu sampel saja. Statistik uji W di bawah H_0 dapat dianggap tidak berdistribusi normal dengan rata-rata 0 dan bervariansi

$$V(W) = \frac{n_1 n_2 \sum_{i=1}^{n_1+n_2} U_i^2}{(n_1+n_2)(n_1+n_2-1)} \tag{4}$$

Karena W memiliki distribusi normal dengan rata-rata nol dan variansi, maka statistik uji mengikuti distribusi normal sebagai berikut:

$$Z = \frac{W}{\sqrt{V(W)}} \tag{5}$$

dengan daerah penolakan hipotesis adalah $Z > Z_\alpha$, atau $Z < -Z_\alpha$, atau $|Z| > Z_{\alpha/2}$ dimana $P(Z > Z_\alpha | H_0) = \alpha$ (Lee and Wang, 2003).

Uji Cox Mantel

Misalkan $t_{(1)} < \dots < t_{(k)}$ adalah waktu kegagalan dalam dua kelompok dan $m_{(i)}$ adalah waktu kegagalan yang sama dengan t_i , jadi

$$\sum_{i=1}^k m_{(i)} = r_1 + r_2 \tag{6}$$

Selanjutnya, jika $R(t)$ adalah individu yang gagal atau tersensor pada waktu t . Kemudian, jika n_{1t} menjadi jumlah pasien pada kelompok satu dan n_{2t} menjadi jumlah pasien pada kelompok dua, maka jumlah pengamatan tersensor di $R(t_{(i)})$ adalah $r_{(i)} = n_{1t} + n_{2t}$. Definisikan

$$U = r_2 - \sum_{i=1}^k m_{(i)} A_{(i)} \tag{7}$$

$$I = \sum_{i=1}^k \frac{m_{(i)}(r_{(i)} - m_{(i)})}{r_{(i)} - 1} A_{(i)} (1 - A_{(i)}) \tag{8}$$

dimana $r_{(i)}$ adalah jumlah pengamatan yang gagal atau tersensor. Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$C = \frac{U}{\sqrt{I}} \tag{9}$$

yang akan dibandingkan dengan Z_t (Lee and Wang, 2003).

Uji Logrank

Generalisasi Mantel dari uji Savage sering disebut sebagai uji Logrank, dimana nilai w_i diberikan untuk pengamatan. Versi yang sama dari uji Logrank adalah uji Chi-square yang membandingkan jumlah yang diamati dari kegagalan dengan jumlah yang diharapkan dari kegagalan, dimana O_1 dan O_2 menjadi angka yang diamati dan E_1 dan E_2 menjadi angka yang diharapkan dalam dua sampel. Statistik uji

$$\chi^2 = \frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1} + \frac{(O_2 - E_2)^2}{E_2} \tag{10}$$

dengan derajat bebas adalah 1 dan nilai $\chi^2_{(\alpha;1)}$ sebagai penolakan hipotesis nol.

Sebelum menghitung nilai E_1 dan E_2 , langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan frekuensi terjadinya suatu peristiwa (d_t). Langkah kedua, menentukan kumulatif absolut dari n_{1t} dan n_{2t} . Langkah ketiga, menghitung nilai e_{1t} dan e_{2t} pada waktu t dengan cara berikut

$$e_{1t} = \frac{n_{1t}}{n_{1t} + n_{2t}} \times d_t \quad e_{2t} = \frac{n_{2t}}{n_{1t} + n_{2t}} \times d_t \tag{11}$$

kemudian, barulah dapat ditentukan angka harapan dari kedua sampel

$$E_1 = \sum e_{1t} \quad E_2 = \sum e_{2t} \tag{12}$$

(Lee and Wang, 2003)

Uji Cox F

Uji Cox F didasarkan pada prosedur sebagai berikut:

1. Mengurutkan pengamatan dalam sampel gabungan.
2. Mengganti nomor urut dengan menghitung nilai t_r seperti berikut,

$$t_r = \frac{1}{n} + \dots + \frac{1}{n-r+1} \quad r = 1, \dots, n \tag{13}$$

di mana n adalah jumlah total pengamatan di dua sampel.

3. Melakukan perhitungan t_r pertama dengan merata-ratakan waktu *survival* yang sama pada sampel pertama. Kemudian, perhitungan t_r kedua dengan merata-ratakan waktu *survival* yang sama pada sampel kedua.
4. Melakukan perhitungan rata-rata pengamatan pertama (n_1) yang dilambangkan dengan \bar{t}_1 yaitu dengan cara membagikan jumlah rata-rata waktu *survival* yang sama (t_r pertama) dengan jumlah pengamatan non sensor pada sampel pertama (r_1). Kemudian, melakukan perhitungan rata-rata pengamatan kedua (n_2) yang dilambangkan dengan \bar{t}_2 yaitu dengan cara membagikan jumlah rata-rata waktu *survival* yang sama (t_r kedua) dengan jumlah pengamatan non sensor pada sampel kedua (r_2). Untuk pengujian $H_0: S_1 = S_2$ terhadap $H_1 (S_1 > S_2)$ dengan daerah kritisnya adalah $\bar{t}_1 / \bar{t}_2 > F_{2n_1, 2n_2, \alpha}$ atau $H_1 (S_1 < S_2)$ dengan daerah kritisnya adalah $\bar{t}_1 / \bar{t}_2 < F_{2n_1, 2n_2, 1-\alpha}$, atau $H_1 (S_1 \neq S_2)$ dengan daerah kritisnya adalah $\bar{t}_1 / \bar{t}_2 > F_{2n_1, 2n_2, \alpha/2}$ atau $\bar{t}_1 / \bar{t}_2 < F_{2n_1, 2n_2, 1-\alpha/2}$.

5. Melakukan perhitungan F yaitu dengan cara berikut

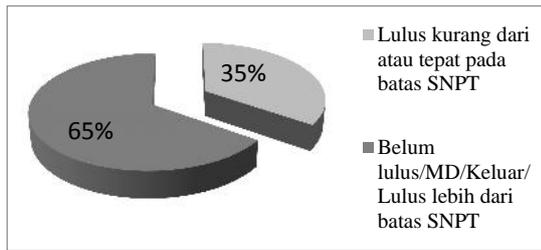
$$F = \frac{\bar{t}_1}{\bar{t}_2} \tag{14}$$

(Lee and Wang, 2003)

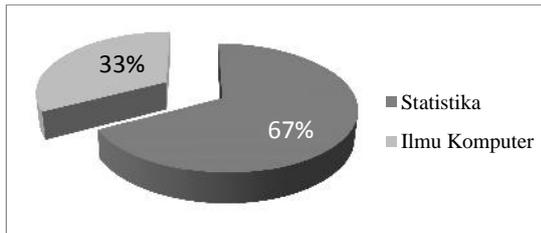
Hasil dan Pembahasan

Analisis Data Deskriptif

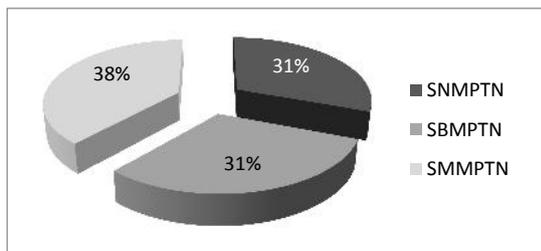
Analisis ini bertujuan untuk menggambarkan presentase pengamatan dari objek penelitian yang meliputi program studi dan jalur masuk perguruan tinggi.



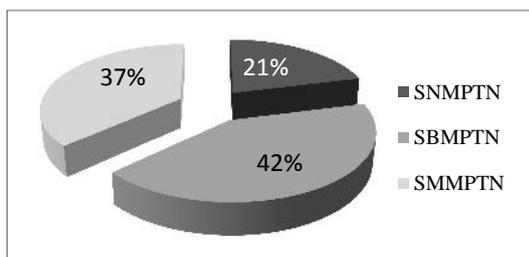
Gambar 1. Karakteristik mahasiswa berdasarkan waktu *survival*



Gambar 2. Karakteristik mahasiswa berdasarkan program studi



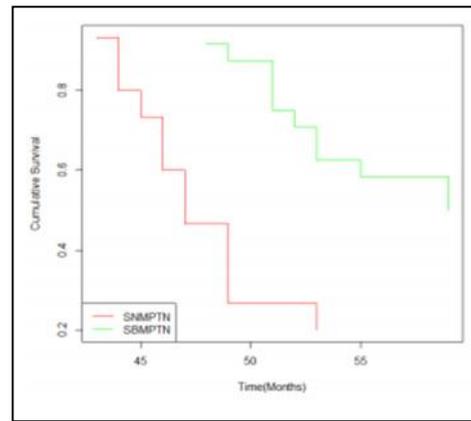
Gambar 3. Karakteristik mahasiswa program studi Statistika berdasarkan jalur masuk perguruan tinggi



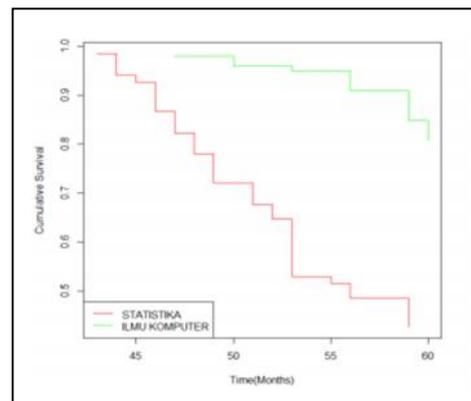
Gambar 4. Karakteristik mahasiswa program studi Ilmu Komputer berdasarkan jalur masuk perguruan tinggi

Estimasi Fungsi *Survival* Menggunakan Kaplan Meier dengan Metode Non Parametrik

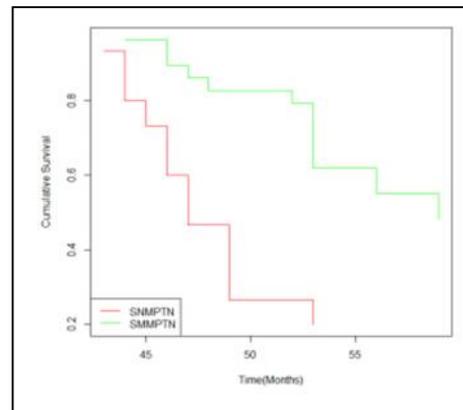
Fungsi *survival* harus di estimasi menggunakan Kaplan Meier untuk menentukan hipotesis pada penelitian. Perhitungan beserta grafik menggunakan *software R i386 3.2.4*



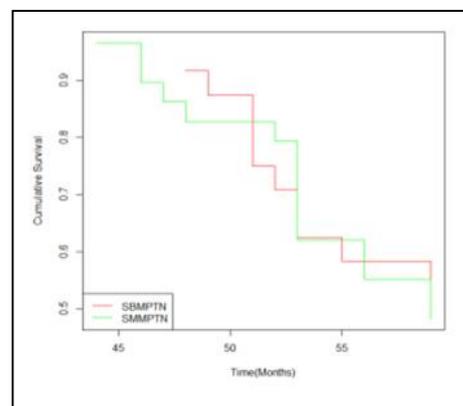
(a)



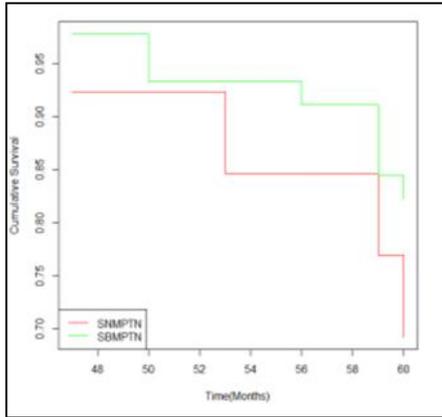
(b)



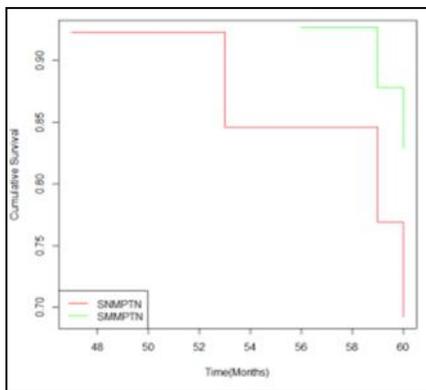
(c)



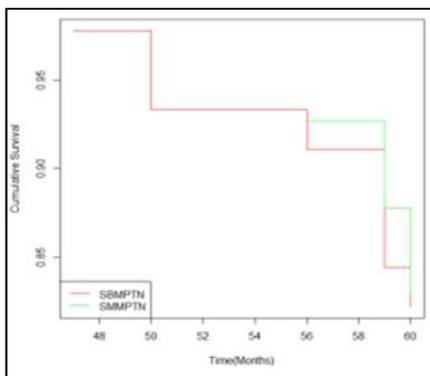
(d)



(e)



(f)



(g)

Gambar 5 Grafik estimasi fungsi *survival* mahasiswa (a) Prodi Statistika dan Prodi Ilmu Komputer ; (b) Prodi Statistika berdasarkan jalur masuk SNMPTN dan SBMPTN ; (c) Prodi Statistika berdasarkan jalur masuk SNMPTN dan SMMPTN ; (d) Prodi Statistika berdasarkan jalur masuk SBMPTN dan SMMPTN ; (e) Prodi Ilmu Komputer berdasarkan jalur masuk SNMPTN dan SBMPTN ; (f) Prodi Ilmu Komputer berdasarkan jalur masuk SNMPTN dan SMMPTN ; (g) Prodi Ilmu Komputer berdasarkan jalur masuk SBMPTN dan SMMPTN

Berdasarkan Gambar 5 maka dapat ditentukan hipotesis untuk masing-masing grafik yaitu sebagai berikut:

- Untuk grafik pada Gambar 5a
 - $H_0: S_1(t) = S_2(t)$
(Fungsi *survival* mahasiswa Prodi Statistika sama dengan Prodi Ilmu Komputer)
 - $H_1: S_1(t) < S_2(t)$
(Fungsi *survival* mahasiswa Prodi Statistika kurang dari prodi Ilmu Komputer)
- Untuk grafik pada Gambar 5b
 - $H_0: S_1(t) = S_2(t)$
(Fungsi *survival* mahasiswa Prodi Statistika yang masuk PT melalui jalur SNMPTN sama dengan jalur SBMPTN)
 - $H_1: S_1(t) < S_2(t)$
(Fungsi *survival* mahasiswa Prodi Statistika yang masuk PT melalui jalur SNMPTN kurang dari lama waktu menempuh studi mahasiswa yang masuk melalui jalur SBMPTN)
- Untuk grafik pada Gambar 5c
 - $H_0: S_1(t) = S_2(t)$
(Fungsi *survival* mahasiswa Prodi Statistika yang masuk PT melalui jalur SNMPTN sama dengan jalur SBMPTN)
 - $H_1: S_1(t) < S_2(t)$
(Fungsi *survival* mahasiswa Prodi Statistika yang masuk PT melalui jalur SNMPTN kurang dari lama waktu menempuh studi mahasiswa yang masuk melalui jalur SBMPTN)
- Untuk grafik pada Gambar 5d
 - $H_0: S_1(t) = S_2(t)$
(Fungsi *survival* mahasiswa Prodi Ilmu Komputer yang masuk PT melalui jalur SNMPTN sama dengan jalur SBMPTN)
 - $H_1: S_1(t) \neq S_2(t)$
(Fungsi *survival* mahasiswa Prodi Ilmu Komputer yang masuk PT melalui jalur SNMPTN tidak sama dengan jalur SMMPTN)
- Untuk grafik pada Gambar 5e
 - $H_0: S_1(t) = S_2(t)$
(Fungsi *survival* mahasiswa Prodi Statistika yang masuk PT melalui jalur SNMPTN sama dengan jalur SBMPTN)
 - $H_1: S_1(t) < S_2(t)$
(Fungsi *survival* mahasiswa Prodi Statistika yang masuk PT melalui jalur SNMPTN kurang dari lama waktu menempuh studi mahasiswa yang masuk melalui jalur SBMPTN)
- Untuk grafik pada Gambar 5f
 - $H_0: S_1(t) = S_2(t)$
(Fungsi *survival* mahasiswa Prodi Ilmu Komputer yang masuk PT melalui jalur SBMPTN sama dengan jalur SMMPTN)
 - $H_1: S_1(t) \neq S_2(t)$

(Fungsi *survival* mahasiswa Prodi Ilmu Komputer yang masuk PT melalui jalur SBMPTN tidak sama dengan jalur SMMPTN)

- Untuk grafik pada Gambar 5g

$$H_0: S_1(t) = S_2(t)$$

(Fungsi *survival* mahasiswa Prodi Ilmu Komputer yang masuk PT melalui jalur SNMPTN sama dengan jalur SMMPTN)

$$H_1: S_1(t) \neq S_2(t)$$

(Fungsi *survival* mahasiswa Prodi Ilmu Komputer yang masuk PT melalui jalur SNMPTN tidak sama dengan jalur SMMPTN)

Uji Gehan

Uji Gehan bertujuan untuk membandingkan dua kelompok.

Tabel 1. Uji Gehan

Berdasarkan	Nilai Uji Gehan	Z _{tabel}	Keputusan
Gambar 5a	-11,14	-1,64	Tolak H ₀
Gambar 5b	-5,34	-1,64	Tolak H ₀
Gambar 5c	-5,65	-1,64	Tolak H ₀
Gambar 5d	-1,29	-1,64	Gagal Menolak H ₀
Gambar 5e	-1,46	-1,64	Gagal Menolak H ₀
Gambar 5f	-1,55	-1,64	Gagal Menolak H ₀
Gambar 5g	-1,54	-1,64	Gagal Menolak H ₀

Uji Logrank

Uji Logrank bertujuan untuk membandingkan dua kelompok.

Tabel 2. Uji Logrank

Berdasarkan	Nilai Uji Logrank	² _{tabel}	Keputusan
Gambar 5a	32,31	3,841	Tolak H ₀
Gambar 5b	8,74	3,841	Tolak H ₀
Gambar 5c	7,55	3,841	Tolak H ₀
Gambar 5d	0,01	3,841	Gagal Menolak H ₀
Gambar 5e	1,01	3,841	Gagal Menolak H ₀
Gambar 5f	1,31	3,841	Gagal Menolak H ₀
Gambar 5g	0,02	3,841	Gagal Menolak H ₀

Uji Cox Mantel

Uji Cox Mantel bertujuan untuk membandingkan dua kelompok.

Tabel 3. Uji Cox Mantel

Berdasarkan	Nilai Uji Cox Mantel	Z _{tabel}	Keputusan
Gambar 5a	-5,21	-1,64	Tolak H ₀
Gambar 5b	-3,08	-1,64	Tolak H ₀
Gambar 5c	-2,89	-1,64	Tolak H ₀
Gambar 5d	0,10	-1,64	Gagal Menolak H ₀
Gambar 5e	-1,01	-1,64	Gagal Menolak H ₀
Gambar 5f	-1,10	-1,64	Gagal Menolak H ₀
Gambar 5g	-0,22	-1,64	Gagal Menolak H ₀

Uji Cox F

Uji Cox F bertujuan untuk membandingkan dua kelompok.

Tabel 4. Uji Cox F

Berdasarkan	Nilai Uji Cox F	F _{tabel}	Keputusan
Gambar 5a	0,26	0,61	Tolak H ₀
Gambar 5b	0,30	0,50	Tolak H ₀
Gambar 5c	0,36	0,52	Tolak H ₀
Gambar 5d	1,04	0,52	Gagal Menolak H ₀
Gambar 5e	0,82	0,31	Gagal Menolak H ₀
Gambar 5f	0,51	0,30	Gagal Menolak H ₀
Gambar 5g	0,91	0,41	Gagal Menolak H ₀

Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil analisis *survival* pada mahasiswa program studi Statistika dan Ilmu Komputer di FMIPA UNMUL angkatan 2010 adalah sebagai berikut:

Berdasarkan uji Gehan, Cox Mantel, Logrank, dan Cox F fungsi *survival* mahasiswa FMIPA UNMUL Angkatan 2010 Prodi Statistika kurang dari Prodi Ilmu Komputer. Dengan demikian, berarti bahwa mahasiswa Prodi Ilmu Komputer lebih lama dalam menempuh studi dibandingkan dengan Prodi Statistika. Kemudian, pada mahasiswa Prodi Statistika yang mengikuti seleksi masuk perguruan tinggi melalui jalur SBMPTN dan SMMPTN lebih lama dalam menempuh studi dibandingkan dengan jalur SNMPTN, serta pada mahasiswa Prodi Ilmu Komputer yang mengikuti seleksi masuk perguruan tinggi melalui ketiga jalur tersebut memiliki lama waktu menempuh studi yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Cox, D. R. and Oakes, D. 1984. *Analysis of Survival Data*. London: Chapman and Hall.
- Khayanatun, U. 2011. *Perbandingan Penaksir Kaplan-Meier dan Berliner-Hill pada Analisis Tahan Hidup Penderita Kanker Payudara*. Surakarta: Thesis Program Magister Matematika FMIPA Universitas Sebelas Maret.
- Lee, E. T. and Wang, J. W. 2003. *Statistical Methods for Survival Data Analysis.*, Belmont, CA: Lifetime Learning Publications.
- Miller, Jr., R.G.1981. *Survival Analysis*. New York: John Wiley & Sons.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2014.