

Metode Penurunan Multipel (*Multiple Decrement Method*) pada Data Lama Studi Mahasiswa

Riezky Purnama Sari

Pendidikan Matematika, STKIP MUHAMMADIYAH Aceh Barat Daya

Email: riezkeypurnamasari@gmail.com

ABSTRAK

Lama studi mahasiswa merupakan waktu yang dibutuhkan seorang mahasiswa untuk menyelesaikan pendidikan di suatu perguruan tinggi. Terkait dengan lama studi mahasiswa digunakan analisis kesintasan untuk menganalisis data lama studi mahasiswa tersebut. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menentukan model distribusi data lama studi mahasiswa di Institut Teknologi Bandung. Metode yang digunakan adalah penurunan multipel. Metode penurunan multipel dilakukan untuk melihat grafik fungsi kesintasan yang dibentuk. Estimasi fungsi kesintasan dengan metode penurunan multipel dapat disajikan dalam tabel kelulusan. Grafik kesintasan yang dibentuk adalah monoton tidak naik. Dari hasil metode penurunan multipel diperoleh model distribusi data lama mahasiswa yaitu distribusi Lognormal dan Log-logistik.

Kata kunci: Analisis kesintasan, Penurunan multipel

PENDAHULUAN

Analisis kesintasan dapat dimanfaatkan dalam menganalisis problematika perkuliahan di suatu perguruan tinggi. Kehidupan kampus dengan berbagai permasalahan di dalamnya membuat mahasiswa sebagai objek yang selalu menarik untuk dikaji dari berbagai sisi. Tingginya tingkat keberhasilan mahasiswa dan rendahnya tingkat kegagalan mahasiswa dapat mencerminkan kualitas dari perguruan tinggi (Hutahean dkk., 2014). Setiap perguruan tinggi berusaha semaksimal mungkin untuk meningkatkan mutu kelulusan para mahasiswa, baik secara kuantitas maupun kualitas. Namun, masalah utama pada perguruan tinggi adalah keseimbangan antara input dan output yang relevan, khususnya keseimbangan antara jumlah mahasiswa yang terdaftar dengan jumlah mahasiswa yang lulus. Kemudian kebijakan strategis yang dibuat oleh lembaga perguruan tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan jumlah mahasiswa tetapi belum tentu peningkatan kualitas pendidikan terhadap mahasiswa yang lulus (Paura dan Arhipova, 2014).

Lama studi mahasiswa merupakan waktu yang dibutuhkan seorang mahasiswa untuk menyelesaikan pendidikan di suatu perguruan tinggi. Perkuliahan program sarjana (S1) telah dirancang selesai selama empat tahun atau delapan semester tetapi mahasiswa masih dibolehkan menyelesaikan perkuliahannya lebih dari empat tahun dan tidak lebih dari batasan maksimum masa studi yang telah ditetapkan di perguruan tinggi tersebut.

Terkait dengan lama studi mahasiswa, telah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengkaji lama studi mahasiswa tersebut. Yang (2000) melakukan penelitian terhadap prediksi pencapaian keberhasilan studi mahasiswa dan menunjukkan hubungan yang signifikan antara Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) terhadap lama studi mahasiswa.

Murray (2014) menggunakan analisis kesintasan untuk memprediksi waktu mahasiswa mengundurkan diri (*dropout*) serta menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhinya. Kemudian Perbedaan Program studi yang diambil mahasiswa juga menunjukkan hubungan yang signifikan terhadap lama studi mahasiswa (Paura dan Arhipova, 2014). Hal serupa tentang penggunaan analisis kesintasan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan studi mahasiswa juga ditunjukkan oleh Acton (2015).

Beberapa penelitian yang telah disebutkan di atas menitik beratkan pada faktor-faktor yang mempengaruhi prestasi mahasiswa yaitu: daerah tempat tinggal, IPK, bantuan beasiswa, status pekerjaan orang tua dan lainnya. faktor-faktor tersebut dianalisis menggunakan *proportional hazard* untuk melihat faktor apa saja yang signifikan mempengaruhi daya tahan mahasiswa tersebut.

Pada tulisan ini, penulis tertarik mengkaji lama studi mahasiswa untuk melihat pencapaian keberhasilan studi mahasiswa dan juga untuk mengkaji mahasiswa yang mengundurkan diri sehingga kajian analisis kesintasan pada tulisan ini menggunakan model penurunan multipel (*multiple decrement*). Penerapan model penurunan multiple pada data lama studi mahasiswa di suatu perguruan tinggi berguna untuk menghitung peluang mahasiswa mengundurkan diri, menghitung peluang mahasiswa lulus, menentukan fungsi kesintasan dan fungsi hazard untuk memprediksi lamanya waktu menyelesaikan studi mahasiswa.

Adapun rumusan masalah dalam tulisan ini yaitu: a) Bagaimana penerapan penurunan multipel untuk membuat Tabel kelulusan S1 FMIPA angkatan 2009? b) Bagaimana fungsi kesintasan dan fungsi laju berhenti studi (*hazard*) yang dibentuk dari data lama studi mahasiswa?

Pada tulisan ini, penulis hanya membatasi dua penyebab yaitu mengundurkan diri dan lulus untuk kasus model penurunan multipel.

KAJIAN PUSTAKA

Metode Penurunan Multipel

Metode penurunan multipel sangat cocok digunakan untuk melihat berbagai penyebab berkurangnya suatu anggota dari populasi. Metode ini sangat terkenal dalam asuransi jiwa terutama untuk penentuan penawaran besar dana manfaat yang berbeda untuk penyebab kematian yang berbeda tergantung kepada penyebab apa saja yang disebutkan dalam polis asuransi (Kresnawati, 2013). Tabel penurunan multipel merupakan model matematika yang menganggap bahwa sekelompok orang menjadi sasaran beberapa penyebab penurunan suatu populasi, yang berlangsung terus-menerus. Tidak ada peserta baru dan tidak ada peserta lama (sudah keluar) yang masuk kembali setelah terjadinya beberapa penurunan (Bower dkk., 1997). Pada tulisan ini, penurunan multipel dapat diartikan sebagai penyebab seseorang berhenti studi di perguruan tinggi.

Fungsi Banyaknya Mahasiswa yang diamati dan Mahasiswa yang Berhenti Studi saat x

Misalkan X menyatakan peubah acak dari lama studi mahasiswa yang dinyatakan dalam bulan. Lama studi diamati mulai dari awal masuk perkuliahan sampai dengan berhenti studi. J menyatakan peubah acak penyebab mahasiswa berhenti studi. Bila diasumsikan terdapat m penyebab yang mungkin, maka j dapat bernilai $1, 2, \dots, m$. Misalkan $k_0^{(x)}$ menyatakan populasi awal mahasiswa yang diamati. $K_x^{(j)}$ peubah acak

yang menyatakan banyak mahasiswa dari populasi awal bertahan diwaktu x yaitu dapat ditulis:

$$K_x^{(n)} = \sum_{r=1}^{k_0^{(n)}} I_r \quad (I.1)$$

dengan I_r sebagai fungsi indikator untuk mahasiswa ke- r ,

$$I_r = \begin{cases} 1, & \text{jika mahasiswa ke } r \text{ tetap bertahan dari semua penyebab hingga waktu } x \\ 0, & \text{jika mahasiswa ke } r \text{ berhenti studi pada saat } x \end{cases}$$

I_r berdistribusi Bernoulli sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} E[I_r] &= \sum_{I_r} I_r \Pr(I_r = I_r) \\ &= 0 \Pr(I_r = 0) + 1 \Pr(I_r = 1) \\ &= \Pr(I_r = 1) \\ &= \Pr(X > x) \\ &= S(x) \end{aligned}$$

$k_x^{(n)}$ dinotasikan sebagai ekspektasi dari banyaknya mahasiswa yang bertahan dari populasi asal maka diperoleh: $k_x^{(n)} = E[K_x^{(n)}] = \sum_{r=1}^{k_0^{(n)}} E[I_r] = k_0^{(n)} S(x)$ (I.2)

Jika ada n mahasiswa yang saling bebas dan peluang sukses sama untuk setiap mahasiswa maka $K_x^{(n)}$ berdistribusi Binomial dengan parameter $n = k_0^{(n)}$ dan $p = S(x)$. Kemudian definisikan $k_x^{(j)}$ yang menyatakan banyaknya mahasiswa berasal dari $k_x^{(n)}$ yang nantinya akan berhenti studi karena j , $j=1,2,\dots,m$, sehingga diperoleh persamaan: $k_x^{(n)} = \sum_{j=1}^m k_x^{(j)}$ (I.3)

Dengan cara yang serupa, definisikan $nD_x^{(n)}$ menyatakan banyaknya mahasiswa yang berhenti studi antara waktu x dan $x+1$ karena semua penyebab. Dengan M_r sebagai fungsi indikator untuk mahasiswa ke- r ,

$$M_r = \begin{cases} 1, & \text{jika mahasiswa ke } r \text{ berhenti studi karena semua penyebab pada } (x, x+n] \\ 0, & \text{jika mahasiswa ke } r \text{ tetap bertahan dari semua penyebab saat } x \end{cases}$$

Maka M_r berdistribusi Bernoulli dengan rata-rata sebagai berikut:

$$\begin{aligned} E[M_r] &= \sum_{M_r} M_r \Pr(M_r = m_r) \\ &= 0 \Pr(M_r = 0) + 1 \Pr(M_r = 1) \\ &= \Pr(M_r = 1) \\ &= \Pr(x < X \leq x+n) \\ &= S(x) - S(x+n) \end{aligned}$$

Ekspektasi dari banyaknya mahasiswa yang berhenti studi antara waktu x dan $x+n$ karena semua penyebab dinotasikan $n d_x^{(n)}$ adalah:

Ismail, Desi Sri Pasca Sari Sembiring, dan Rahmaddin Sahputra Desky

$${}_n d_x^{(\tau)} = E[nD_x^{(\tau)}] = \sum_{r=1}^{k_0^{(\tau)}} E[M_r] = k_0^{(\tau)} [S(x) - S(x+n)] = k_x^{(\tau)} - k_{x+n}^{(\tau)} \quad (I.4)$$

$$\text{Ambil } n=1 \text{ maka diperoleh } d_x^{(\tau)} = k_x^{(\tau)} - k_{x+1}^{(\tau)} \quad (I.5)$$

Total mahasiswa yang berhenti studi antara waktu x dan $x+1$ karena semua penyebab yang mungkin (dari penyebab 1 hingga m) yakni $d_x^{(\tau)}$ dirumuskan:

$$d_x^{(\tau)} = \sum_{j=1}^m d_x^{(j)} \quad (I.6)$$

Peluang Mahasiswa Berhenti Studi dan Peluang Mahasiswa yang Bertahan

Peluang mahasiswa berhenti studi karena sebab j antara waktu x dan $x+1$ dinotasikan sebagai $q_x^{(j)}$ adalah: $q_x^{(j)} = \frac{d_x^{(j)}}{k_x^{(\tau)}}$ (I.7)

Peluang mahasiswa berhenti kuliah karena semua penyebab antara waktu x dan $x+1$

$$\text{yaitu } q_x^{(\tau)} \text{ adalah } q_x^{(\tau)} = \frac{d_x^{(\tau)}}{k_x^{(\tau)}} = \sum_{j=1}^m \frac{d_x^{(j)}}{k_x^{(\tau)}} = \sum_{j=1}^m q_x^{(j)} \quad (I.8)$$

$$\text{Dari Persamaan (I.7) dan (I.8) diperoleh: } q_x^{(\tau)} = \frac{k_x^{(\tau)} - k_{x+1}^{(\tau)}}{k_x^{(\tau)}} \quad (I.9)$$

Dalam hal ini $q_x^{(\tau)}$ menyatakan rasio dari total mahasiswa berhenti studi antara x dan $x+1$ dengan banyaknya mahasiswa yang bertahan (tidak berhenti studi) dari semua penyebab berhenti studi hingga waktu x . Kemudian peluang mahasiswa bertahan antara waktu x dan $x+1$ dari semua penyebab yang mungkin (dari penyebab 1 hingga m) dinyatakan sebagai $p_x^{(\tau)}$ dapat ditulis:

$$p_x^{(\tau)} = 1 - q_x^{(\tau)} \quad (I.10)$$

kemudian dari Persamaan (I.9) dan (I.10) diperoleh:

$$p_x^{(\tau)} = 1 - \frac{k_x^{(\tau)} - k_{x+1}^{(\tau)}}{k_x^{(\tau)}} = \frac{k_x^{(\tau)} - k_x^{(\tau)} + k_{x+1}^{(\tau)}}{k_x^{(\tau)}} = \frac{k_{x+1}^{(\tau)}}{k_x^{(\tau)}} \quad (I.11)$$

Laju Berhenti Studi Mahasiswa (Hazard Rate)

Definisikan $\lambda(x)$ menyatakan laju bahwa mahasiswa akan berhenti studi dikarenakan berbagai penyebab, tepat sesaat sesudah titik waktu x . Dengan perubahan waktu sangat kecil ($\Delta x \rightarrow 0$) maka laju berhenti studi ditulis:

$$\lambda(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \left(\frac{k_x^{(\tau)} - k_{x+\Delta x}^{(\tau)}}{\Delta x k_x^{(\tau)}} \right) = -\frac{1}{k_x^{(\tau)}} \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \left(\frac{k_{x+\Delta x}^{(\tau)} - k_x^{(\tau)}}{\Delta x} \right) = -\frac{1}{k_x^{(\tau)}} \frac{dk_x^{(\tau)}}{dx} \quad (I.12)$$

Berdasarkan Persamaan (I.2) maka diperoleh hubungan antara laju berhenti studi dengan fungsi kesintasan yaitu:

$$\lambda(x) = -\frac{1}{S(x)} \frac{dS(x)}{dx} = -\frac{d}{dx} \ln S(x) \quad (I.13)$$

Kemudian diintegrasikan Persamaan (I.13) sehingga diperoleh;

$$\int_0^x \lambda(t) dt = -\ln S(x) \quad (I.14)$$

Selanjutnya $\int_0^x \lambda(t) dt$ didefinisikan sebagai fungsi kumulatif hazard $\Lambda(x)$ sehingga Persamaan (I.14) menjadi: $\Lambda(x) = -\ln S(x)$ (I.15)

Kemudian dengan mengexponensialkan Persamaan (I.15) maka diperoleh hubungan antara fungsi kesintasan dan fungsi kumulatif hazard yaitu: $S(x) = \exp[-\Lambda(x)]$ (I.16)

Distribusi untuk $S(x)$, $\lambda(x)$, dan $\Lambda(x)$

Dalam memodelkan lamanya waktu hingga suatu peristiwa yang diamati terjadi dapat dimodelkan dalam beberapa distribusi khusus, diantaranya: Gamma, Exponential, Weibull, Log-logistik, dan Lognormal. Kieper (1988) telah menunjukkan untuk data lama waktu tunggu hingga mendapatkan pekerjaan (studi kasus pada durasi ekonomi) mengikuti distribusi exponential, weibull dan log-logistik. Kemudian Eagle dan Barnes (2014) telah menggunakan distribusi lognormal dan weibull pada data lamanya studi siswa hingga dropout pada program tutor. Selanjutnya Boring (2004) menggunakan distribusi bivariat Gamma untuk memodelkan data lamanya mahasiswa menyelesaikan studi di perguruan tinggi Norwegia. Berdasarkan penelitian di atas bentuk-bentuk $S(x)$, $\lambda(x)$, dan $\Lambda(x)$ untuk beberapa distribusi khusus yaitu sebagai berikut:

Tabel I.1 Bentuk-bentuk $S(x)$, $\lambda(x)$, dan $\Lambda(x)$ untuk beberapa distribusi khusus

Distribusi	Bentuk $S(x)$, $\lambda(x)$, dan $\Lambda(x)$
Gamma (θ_1, θ_2)	$S(x) = 1 - \Gamma\left(\theta_1; \frac{x}{\theta_1}\right), \quad x > 0, \quad \theta_1 > 0, \quad \theta_2 > 0$ $\lambda(x) = \frac{\left(\frac{x}{\theta_1}\right)^{\theta_1} \exp\left(-\frac{x}{\theta_1}\right)}{\left[1 - \Gamma\left(\theta_1; \frac{x}{\theta_1}\right)\right] \Gamma(\theta_1)}$ $\Lambda(x) = \ln \left[1 - \Gamma\left(\theta_1; \frac{x}{\theta_1}\right) \right]$
Exponential (θ)	$S(x) = \exp[-x\theta], \quad x > 0, \quad \theta > 0$ $\lambda(x) = \theta$ $\Lambda(x) = x\theta$
Weibull (θ_1, θ_2)	$S(x) = \exp\left[-\left(\frac{x}{\theta_1}\right)^{\theta_2}\right], \quad x \geq 0, \quad \theta_1 > 0, \quad \theta_2 > 0$ $\lambda(x) = \frac{\theta_2}{\theta_1} \left(\frac{x}{\theta_1}\right)^{\theta_2-1}$ $\Lambda(x) = \left(\frac{x}{\theta_1}\right)^{\theta_2}$
Log-logistik (θ_1, θ_2)	$S(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x}{\theta_1}\right)^{\theta_2}}, \quad x \geq 0, \quad \theta_1 > 0, \quad \theta_2 > 0$ $\lambda(x) = \frac{\left(\frac{\theta_2}{\theta_1}\right) \left(\frac{x}{\theta_1}\right)^{\theta_2-1}}{1 + \left(\frac{x}{\theta_1}\right)^{\theta_2}}$ $\Lambda(x) = -\ln \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{x}{\theta_1}\right)^{\theta_2}} \right]$
Lognormal (θ_1, θ_2)	$S(x) = 1 - \Phi\left(\frac{\ln x - \theta_1}{\theta_2}\right), \quad x > 0, \quad \theta_1 > 0, \quad \theta_2 > 0$

	$\lambda(x) = \frac{\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \theta_1}{\theta_2}\right)^2\right]}{x\theta_2\sqrt{2\pi}\left[1 - \phi\left(\frac{\ln x - \theta_1}{\theta_2}\right)\right]}$ $\Lambda(x) = -\ln\left[1 - \phi\left(\frac{\ln x - \theta_1}{\theta_2}\right)\right]$
--	---

Selanjutnya dari beberapa distribusi khusus diatas akan ditentukan model terbaik. Tse (2009) mengemukakan pengamatan terhadap gambar (metode grafik) sering menimbulkan kesulitan dalam penentuan kesesuaian sebaran karena pengaruh skala sehingga diperlukan pengujian pencocokan distribusi diantaranya adalah dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan pernyataan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : X berdistribusi HHH

H_1 : X tidak berdistribusi HHH

Statistik uji yang digunakan adalah $D_{hitung} = \max |S(x) - \hat{S}(x)|$ dengan kriteria pengujian statistik adalah Tolak H_0 jika $D_{hitung} > D_{tabel}$ atau $p\text{-value} < \alpha$.

Selanjutnya, Kleinbaum dan Klein (2005) mengemukakan bahwa dalam menentukan model terbaik dari beberapa distribusi dapat dilihat pada perolehan nilai terkecil dari nilai AIC (*Akaike Information Criteria*) dengan rumus:

$$AIC = -2 (\log\text{likelihood}) + 2 (b)$$

dengan n adalah banyak pengamatan dan b adalah banyaknya parameter.

METODE PENELITIAN

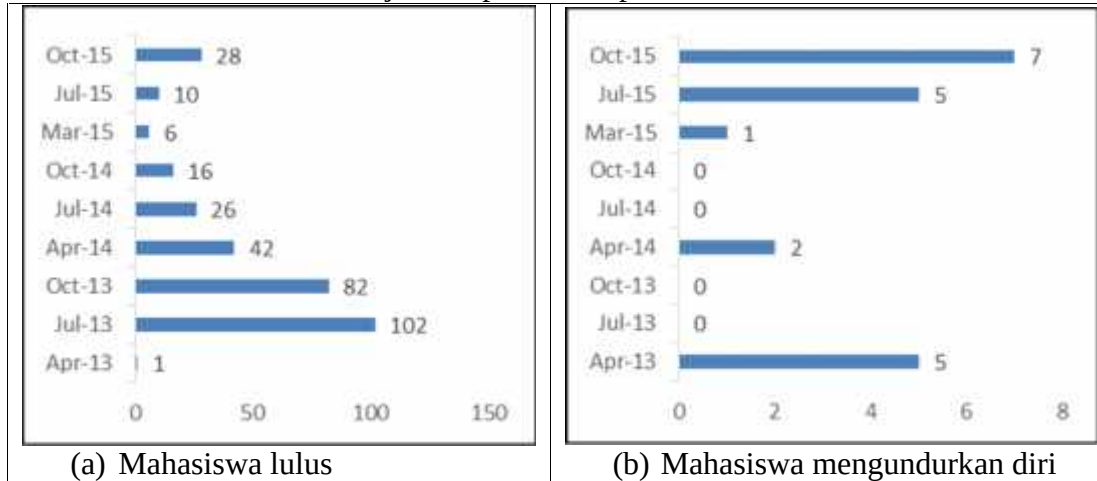
Penelitian ini merupakan suatu studi kasus pada data lama studi mahasiswa, penulis menganalisis model kesintasan terhadap lama studi mahasiswa berdasarkan data S1 FMIPA ITB angkatan 2009 sebanyak 354 orang. Pada Penelitian ini yang akan dianalisis adalah waktu mengundurkan diri, waktu lulus, banyaknya mahasiswa yang mengundurkan diri, dan banyaknya mahasiswa yang lulus.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 354 mahasiswa S1 FMIPA angkatan 2009 mengikuti tahap persiapan bersama (TPB) pada satu tahun pertama perkuliahan yaitu saat $x=0$ hingga $x=14$ bulan. Program TPB ini bertujuan seluruh mahasiswa baru ITB memiliki konsep dasar ilmu yang lebih baik. Kemudian perolehan IPK satu tahun TPB juga dijadikan sebagai sarana seleksi memasuki program studi yang diinginkan dengan syarat total IPK semester 1 dan 2 minimal 2,00 dan tidak ada nilai E atau T (nilai setiap mata kuliah minimal D) dan telah selesai minimal 36 sks. Jika syarat itu tidak dipenuhi maka diwajibkan mengulang mata kuliah yang belum lulus di semester 3 atau disemester 4. Jika belum lulus juga maka mahasiswa tersebut akan mendapatkan sanksi dropout/mengundurkan diri dan jika pada salah satu semester mendapat indeks prestasi kurang dari 1,00 maka mahasiswa tersebut langsung mendapatkan sanksi dropout/mengundurkan diri.

Dari 354 mahasiswa yang mengikuti TPB terdapat 21 mahasiswa yang memperoleh IPK < 2 . Mahasiswa tersebut tidak diikutsertakan dalam analisis sehingga data yang dianalisis adalah 333 mahasiswa. Selanjutnya data waktu mengundurkan diri

dan lulus diperoleh dalam harian. Namun demikian, penulis menganalisis data tersebut dalam bulanan. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar I.1



Gambar I.1 Frekuensi mahasiswa mengundurkan diri dan lulus

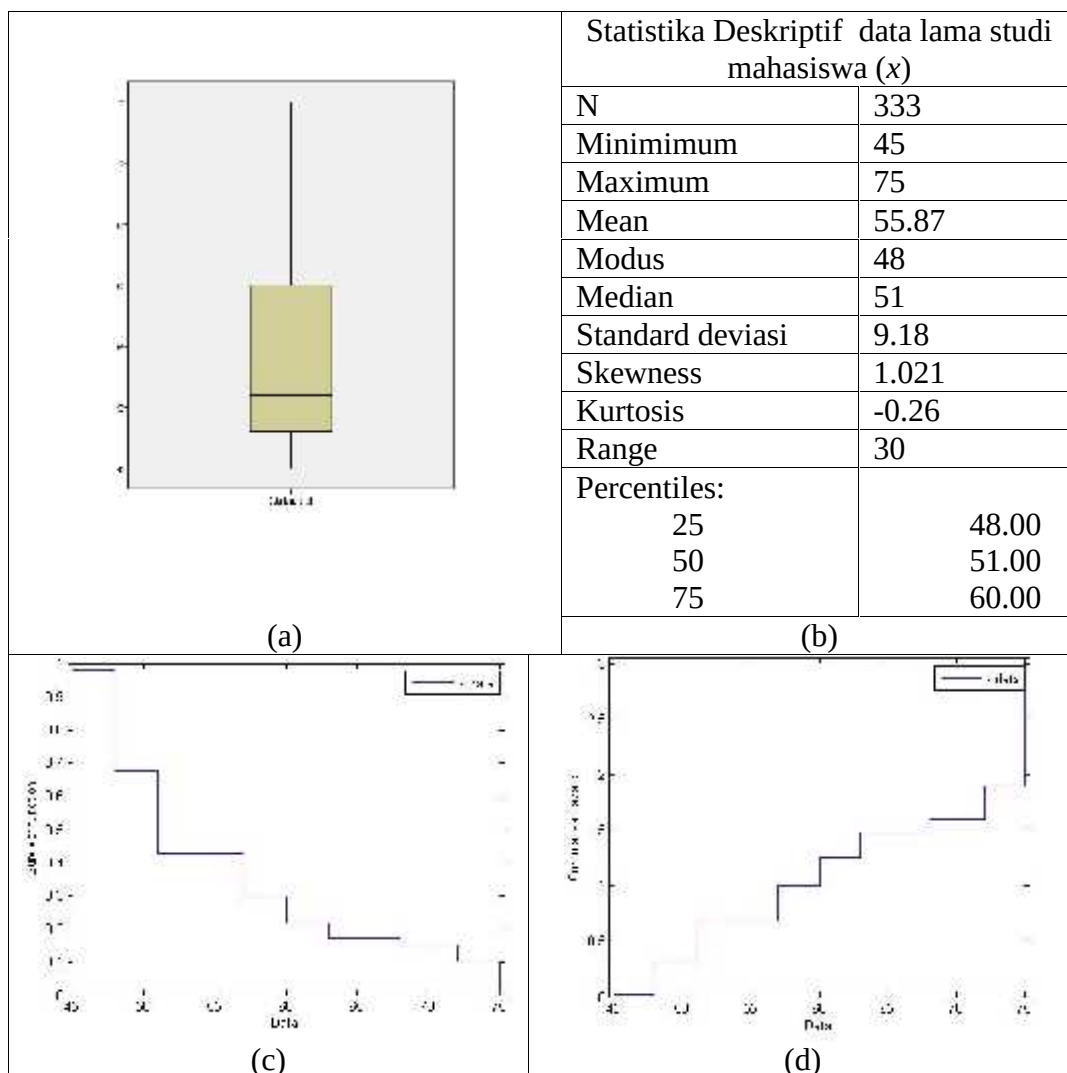
Berdasarkan Gambar I.1 secara keseluruhan dapat dilihat mahasiswa lulus sebanyak 93.9% dan mahasiswa yang mengundurkan diri ada sebanyak 6.1%. ini berarti S1 FMIPA angkatan 2009 telah mencapai kelulusan yang memuaskan. Kemudian dari data waktu mengundurkan diri dan lulus tersebut dihitung lamanya masa studi mahasiswa (x) dengan asumsi bulan juli tahun 2009 adalah awal perkuliahan $x=0$, bulan agustus tahun 2009 merupakan 1 bulan perkuliahan atau $x=1$, bulan September 2009 merupakan 2 bulan perkuliahan atau $x=2$ dan seterusnya hingga bulan oktober 2015 merupakan 75 bulan perkuliahan atau $x=75$.

Tabel I.2 Tabel Kelulusan Mahasiswa S1 FMIPA ITB Angkatan 2009 berdasarkan Penurunan Multipel

Tgl wisuda	x	$k_x^{(\tau)}$	$d_x^{(1)}$	$d_x^{(2)}$	$d_x^{(\tau)}$	$q_x^{(1)}$	$q_x^{(2)}$	$q_x^{(\tau)}$	$p_x^{(\tau)}$	$S(x)$	$\Lambda(x)$
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = $\frac{(2)}{(1)}$	(6) = $\frac{(3)}{(1)}$	(7) = $\frac{(4)}{(1)}$	(8) = $1 - \frac{(7)}{(1)}$	(9) = $\frac{(1)}{333}$	(10) = $-\ln(9)$
Apr-13	45	333	5	1	6	0.0150	0.0030	0.0180	0.9819	1	0
Jul-13	48	327	0	102	102	0	0.3119	0.3119	0.6880	0.9819	0.0182
Oct-13	51	225	0	82	82	0	0.3644	0.3644	0.6356	0.6757	0.3920
Apr-14	57	143	2	42	44	0.0139	0.2937	0.3077	0.6923	0.4294	0.8453
Jul-14	60	99	0	26	26	0	0.2626	0.2626	0.7374	0.2973	1.2130
Oct-14	63	73	0	16	16	0	0.2192	0.2192	0.7808	0.2192	1.5177
Mar-15	68	57	1	6	7	0.0175	0.1053	0.1228	0.8772	0.1711	1.7651
Jul-15	72	50	5	10	15	0.1000	0.2000	0.3000	0.7000	0.1502	1.8961
Oct-15	75	35	7	28	35	0.2000	0.8000	1	0	0.1051	2.2528

Berdasarkan Tabel I.2 dapat dilihat:

- Secara keseluruhan, mahasiswa yang mengundurkan diri ($d_x^{(1)}$) sebanyak 20 orang atau 6.1% dari total mahasiswa S1 FMIPA ITB angkatan 2009 yang diamati.
- Total mahasiswa yang lulus ($d_x^{(2)}$) sebanyak 313 orang atau 93.9% dari total mahasiswa S1 FMIPA ITB angkatan 2009.
- Tercatat 5 mahasiswa mengundurkan diri saat wisuda pertama (April 2013) dengan peluang 0.015.
- Satu orang mahasiswa lulus saat wisuda pertama di April 2013 ($x=45$), ini menunjukkan mahasiswa tersebut mampu menyelesaikan studinya selama 7,5 semester.
- Mahasiswa paling banyak lulus terjadi pada wisuda Juli 2013 ($x=48$) sebanyak 102 orang, ini menunjukkan 30.6% dari total keseluruhan mahasiswa mampu menyelesaikan studinya dengan tepat waktu yakni 8 semester, kemudian disusul pada Oktober tahun 2013 ($x=51$) yaitu sebanyak 82 orang dan April tahun 2014 ($x=57$) sebanyak 42 orang.

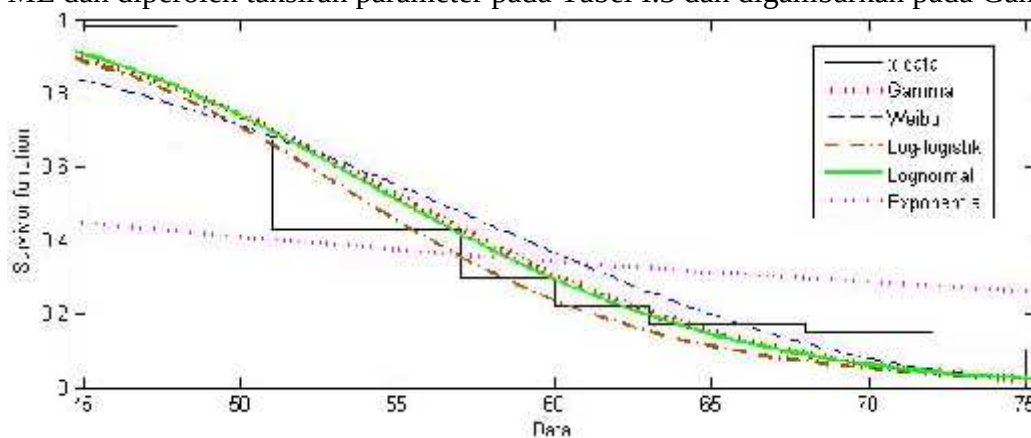


Gambar I.3. Analisis data lama studi mahasiswa melalui: (a) Boxplot (b) Statistika deskriptif (c) fungsi kesintasan $S(x)$ (d) fungsi kumulatif hazard $A(x)$

Berdasarkan Tabel I.2 diperoleh statistik deskriptif dari data lama studi mahasiswa seperti pada Gambar I.3, Terlihat bahwa rata-rata waktu hingga berhenti studi adalah 55.87 bulan. Ada satu nilai modus menandakan bahwa data hanya memiliki satu puncak. Artinya bahwa paling banyak mahasiswa berhenti studi pada bulan ke-48. Dengan nilai skewness positif, data banyak bertumpuk pada nilai yang kecil atau kurang dari rata-ratanya. Sementara itu, kurtosis bernilai negatif artinya distribusi data memiliki puncak yang landai. Untuk ukuran penyebaran data dapat dilihat mahasiswa berhenti studi setelah minimal 45 bulan dan maksimum 75 bulan. Sehingga range dari data adalah 30. Sementara variansi bernilai 84.27 dan simpangan kuartil yaitu 12 sehingga dapat disimpulkan sebaran data kecil dan tidak mempunyai data pencilan. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada boxplot pada Gambar I.3 (a). kemudian berdasarkan perolehan nilai fungsi kesintasan pada Tabel I.2 dilakukan plot fungsi kesintasan dan fungsi kumulatif hazard seperti pada Gambar I.3 (c) dan (d) dapat dilihat grafik fungsi kesintasan yang diperoleh adalah monoton tidak naik sedangkan fungsi kumulatif hazard adalah monoton naik.

Fitting Distribusi $S(x)$ Berdasarkan Penurunan Multipel

Fitting distribusi dilakukan untuk mengetahui apakah sebuah distribusi data dari sampel mengikuti sebuah distribusi khusus tertentu atau tidak. Pencocokan (*fitting*) distribusi terhadap data lamanya masa studi mahasiswa dengan menggunakan metode ML dan diperoleh taksiran parameter pada Tabel I.3 dan digambarkan pada Gambar I.4



Gambar I.4 Grafik beberapa model fitting distribusi berdasarkan penurunan multipel. Model yang dicocokkan adalah Gamma, Wiebull, Log-logistik, Lognormal dan Exponential.

Pada Gambar I.4 dapat dilihat grafik dari beberapa model distribusi yang dicobakan. Namun demikian, pengamatan terhadap gambar atau grafik sering menimbulkan kesulitan dalam penentuan kesesuaian sebaran karena pengaruh skala. Selain itu, pola beberapa garis didalam grafik seringkali sulit dibedakan. sehingga, pengamatan terhadap grafik harus diperkuat dengan nilai statistik tertentu.

Tabel I.3 Nilai-nilai statistik kesesuaian model

Distribusi	ML	<i>p-value</i> uji K-S	AIC	Estimasi Parameter
Gamma ($\bar{\theta}_1, \bar{\theta}_2$)	-1193.04	0.5394	2394.20	(40.5, 1.38)
Exponential ($\bar{\theta}$)	-1672.67	0.0059	3346.92	0.01791
Weibull ($\bar{\theta}_1, \bar{\theta}_2$)	-1237.75	0.7289	2481.70	(59.9, 5.9)
Log-logistik ($\bar{\theta}_1, \bar{\theta}_2$)	-1191.13	0.2624	2390.72	(3.99, 0.09)
Lognormal ($\bar{\theta}_1, \bar{\theta}_2$)	-1185.42	0.4881	2379.46	(4.01, 0.15)

Berdasarkan Tabel I.3 dapat dilihat bahwa diantara semua model distribusi yang dicobakan, hanya distribusi exponential tidak memenuhi kesesuaian model untuk taraf signifikansi $\alpha = 1\%$ $\alpha = 5\%$ dan $\alpha = 10\%$ karena $p\text{-value} < \alpha$ sehingga H_0 ditolak. Selanjutnya berdasarkan perolehan nilai statistik AIC diperoleh dua model yang sesuai yaitu lognormal dan Log-logistik. Untuk model yang dipilih yaitu Lognormal dan Log-logistik diperoleh estimasi parameter yang tercantum pada Tabel I.3 sehingga dapat ditulis sebagai berikut:

Tabel I.4 Bentuk $S(x)$, $\lambda(x)$, dan $\Lambda(x)$ dari distribusi Lognormal dan distribusi Log-logistik berdasarkan penurunan multipel

Distribusi Lognormal (4.01; 0.15)	Distribusi Log logistic (3.99; 0.08)
$S(x) = 1 - \phi\left(\frac{\ln x - 4.01}{0.15}\right), x \geq 0$	$S(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x}{3.99}\right)^{0.08}}, x \geq 0$
$\lambda(x) = \frac{\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - 4.01}{0.15}\right)^2\right]}{0.15x\sqrt{2\pi}\left[1 - \phi\left(\frac{\ln x - 4.01}{0.15}\right)\right]}, x \geq 0$	$\lambda(x) = \frac{\left(\frac{0.08}{3.99}\right)\left(\frac{x}{3.99}\right)^{0.08-1}}{1 + \left(\frac{x}{3.99}\right)^{0.08}}, x \geq 0$
$\Lambda(x) = -\ln 1 - \phi\left(\frac{\ln x - 4.01}{0.15}\right), x \geq 0$	$\Lambda(x) = -\ln \frac{1}{1 + \left(\frac{x}{3.99}\right)^{0.08}}, x \geq 0$

PENUTUP

Berdasarkan uraian dan hasil analisis diperoleh beberapa informasi sebagai berikut:

1. Estimasi fungsi kesintasan dengan metode penurunan multipel dapat disajikan dalam tabel kelulusan. Grafik kesintasan yang dibentuk adalah monoton tidak naik.
2. Dari hasil penurunan multipel didapat model distribusi data lama studi mahasiswa yaitu distribusi Lognormal dan Log-logistik

SARAN

1. Dalam menggunakan hasil penelitian ini harus diselidiki formula serta parameternya dikarenakan banyak mahasiswa yang terdaftar dan mengundurkan diri tidak sama disetiap angkatan.
2. Untuk penelitian selanjutnya penulis menyarankan menambahkan data-data lain yaitu: data pekerjaan orang tua, bantuan beasiswa dan keaktifan nonkulikuler sebagai faktor lain yang dapat dimasukan membangun fungsi kesintasan. Data tersebut juga dapat digunakan untuk menganalisis faktor apa yang paling berpengaruh dalam keberhasilan mahasiswa melalui analisis multivariate

DAFTAR PUSTAKA

- Acton, Riley K. 2015. Characteristics of stem success: a survival analysis model of factors influencing time to graduation among undergraduate stem majors. *Business and Economics Honors Papers* 23:4.
- Boring, Pal. 2004. Modelling exits from colleges using a bivariate gamma distribution. *NIFU skriftserie 15/2004*, Norwegian Institute for Studies in Research and Higher Education, Oslo, Norway.
- Bower, Newton L., Gerber, Hans U., Hickman, James C., Jones, Donald A dan Nesbit, Cecil. 1997. *Actuarial Mathematics*. Schaumburg Illinois: Society of Actuaries.
- Eagle, Michael dan Barnes, T. 2014. Survival analysis on duration data in intelligent tutors. *Intelligent Tutor System Paper*:178-187
- Hutahaean, Landong p., Mukid, Moch. A., dan Wuryandari, Triastuti. 2014. Model regresi cox proportional hazard pada data lama studi mahasiswa. *Jurnal Gaussian*. Vol 3: 173-181
- Kiefer, Nicholas M.1988. Economic duration data and hazard function. *Journal of economic literature*.vol XXVI:646-679
- Kleinbaum, D. G dan Klein, M. 2005. *Survival Analysis A Self-Learning Text*. New York: Springer.
- Kresnawati, Endang Sri. 2013. Premi tunggal bersih asuransi jiwa berjangka dengan faktor penembus. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika FMIPA UNY*, ISBN : 978-979-16353-9-4
- London, Dick. 1997. *Survival Models And Their Estimation*. USA: ACTEX Publications,Inc .
- Liu, Xian. 2012. *Survival Analysis Models and Application*. USA: John Wiley and Sons Inc.
- Murray, Mike. 2014. Factors affecting graduation and student dropout rates at the university of kwazulu-natal. *South African Journal of Science*110:1-6
- Paura, Liga dan Arhipova, Irina. 2014. Cause analysis of students's dropout rate in higher education study program. *Sosial and Behavioral Sciences* 109:1282-1286
- Saikia, Nandita., Sing, Abhishek., Domantus, Jasilionis., dan Faujar, Ram. 2013. Explaining the rural urban gap infant mortality in india. *Demographic Research*. Vol 29: 473-506
- Saputro, Sigit A., Melaniani, S., Wibowo, A., Wijarnako, Bambang., dan Sofro, Muchlis A. 2013. Pemodelan mixture survival studi kasus HIV/AIDS diklinikVCT/CST RSUP Dr. Kariadi semarang. *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*, vol 2:75-81
- Silitonga. Riska, Hasriati dan Nababan.TP. 2015. Metode aggregate cost pada premi pension untuk kasus multiple decrement.*JOM FMIPA* Volume 2 No. 1.
- Tse, Yiu-kuen. 2009. *Nonlife actuarial models theory, methods and evaluation*. New york: Cambridge University Press.
- Yang, Faxian. 2000. Using survival analysis to analyze and predict students achievement from their status of developmental study. *Paper Presented at the Annual Meeting of the Association for International Research, Cincinnati, OH*.