

## PENERAPAN METODE REGRESI LOGISTIK ORDINAL DAN REGRESI PROBIT ORDINAL UNTUK MENGESTIMASI PROBABILITAS LAMA MASA STUDI MAHASISWA IST AKPRIND YOGYAKARTA

Erlin Koni Ngago Daga<sup>1</sup>, Kris Suryowati<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Statistika, Fakultas Sains Terapan, IST AKPRIND Yogyakarta

Email: [erlindaga23@gmail.com](mailto:erlindaga23@gmail.com)<sup>1</sup>, [krisnaros@gmail.com](mailto:krisnaros@gmail.com)<sup>3</sup>

**Abstract.** *The length of study is the period in following the completion of the study load in the education process in a particular study program. In some occasion, we often meet some students who do not graduate in time. This study aims are: first, to determine variables that significantly influence the student's length of study, second, to determine the estimation of ordinal logistic regression model and ordinal probit regression, third, to determine the best regression model estimation, and the forth is to estimate the probability of the length of study of the students of FTI IST AKPRIND. This research use cluster sampling which is categorized in probability sampling with the total number of sample is 280. The sample used is the data of S1 graduate level students of FTI IST AKPRIND from 2011 to 2016. The methods used in this study are ordinal logistic regression and ordinal probit regression using R 3.3.2 software. Based on the result of ordinal logistic regression and ordinal probit analysis, simultaneously and partially, there are two variables that significantly influence the student's length of study of FTI IST AKPRIND. The two variables are the majors variable (technical informatics) and GPA variable (2,76-3,00). The estimation model of ordinal logistic regression model and ordinal probit regression can be seen from the equation 4.28 to 4.56. The selection of the best model is use the value of the largest of  $R^2$  Mcfadden, and the smallest of AIC and BIC. Thus, the best regression model is ordinal logistic regression model. The results of probability calculation for the 9 to 10 semester of study duration, using ordinal logistic regression model, show that the students of informatical technology who have 2,76-3,00; 3,51-4,00; 3,01-3,50 graduation GPA, have a better chance to complete their study from 9 to 10 semesters than students from chemical engineering, industrial, machine, and electro major.*

**Keywords:** *Length of study, ordinal logistic regressi, ordinal probit regression,  $R^2$  McFadden, AIC, BIC*

**Abstrak.** Masa studi merupakan jangka waktu penyelesaian beban studi dalam mengikuti proses pendidikan pada suatu program studi tertentu. Sering dijumpai kelulusan seorang mahasiswa tidak sesuai dengan batas waktu yang telah ditentukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variabel-variabel yang berpengaruh terhadap lama masa studi mahasiswa, untuk mengetahui estimasi model regresi logistik ordinal dan regresi probit ordinal, untuk mengetahui model regresi yang paling baik dan estimasi nilai probabilitas lama masa studi mahasiswa FTI IST AKPRIND. Penarikan sampel menggunakan metode *probability sampling* yaitu *cluster sampling* sehingga diperoleh sampel sebanyak 280. Sampel yang digunakan adalah data lulusan mahasiswa jenjang studi S1 dari Fakultas Teknologi Industri di IST AKPRIND Yogyakarta tahun 2011–2016. Metode analisis data adalah regresi logistik ordinal dan regresi probit ordinal menggunakan software R 3.3.2. Berdasarkan hasil analisis regresi logistik ordinal dan probit ordinal, secara serentak dan parsial terdapat 2 variabel yang berpengaruh terhadap lama masa studi mahasiswa FTI IST AKPRIND, yaitu variabel jurusan (teknik informatika) dan variabel IPK lulusan (2,76–3,00). Model estimasi regresi logistik ordinal dan probit ordinal dapat dilihat pada persamaan 4.28 s/d 4.56. Pemilihan model terbaik menggunakan nilai  $R^2$  McFadden terbesar, AIC dan BIC terkecil. Sehingga, diperoleh model regresi terbaik adalah model regresi logistik ordinal. Hasil perhitungan estimasi probabilitas lama masa studi 9–10 semester menggunakan model regresi logistik ordinal diperoleh mahasiswa jurusan teknik informatika dengan IPK lulusan 2,76–3,00; 3,01–3,50 dan 3,51–4,00 memiliki peluang lebih besar untuk menyelesaikan studinya selama 9–10 semester dibandingkan mahasiswa jurusan teknik kimia, industri, mesin dan elektro.

**Kata kunci:** *masa studi, regresi logistik ordinal, regresi probit ordinal,  $R^2$  McFadden, AIC, BIC*

### 1. Pendahuluan

Untuk memperoleh jenjang pendidikan yang lebih tinggi, dibutuhkan proses pendidikan yang memiliki batas waktu sesuai dengan jenjang studi yang telah ditentukan oleh lembaga

pendidikan tersebut. Ada sebagian mahasiswa yang lulus tepat waktu, melebihi batas, bahkan gagal mencapai studinya.

Tabel 1. Perkembangan Lama Masa Studi Dan IPK Lulusan Mahasiswa S1 FTI IST AKPRIND Tahun 2011 – 2016

Lama Masa Studi (Semester)	Jumlah Mahasiswa	IPK Lulusan	Jumlah Mahasiswa
8	40	$\leq 2.75$	127
9 s/d 10	447	2.76 s/d 3.00	222
11 s/d 12	243	3.01 s/d 3.50	482
13 s/d 14	122	3.51 s/d 4.00	110
$\geq 15$	89		

Tabel di atas, menunjukkan bahwa sebagian besar lulusan mahasiswa FTI IST AKPRIND memiliki masa studi paling lama adalah 9–10 semester sebanyak 447 orang. Bahkan ada mahasiswa yang menyelesaikan masa studinya  $\geq 15$  semester Sedangkan lulusan mahasiswa dengan masa studi 8 semester sebanyak 40 orang dari 941 mahasiswa. Lulusan mahasiswa IST AKPRIND juga memiliki nilai IPK Lulusan yang rendah yaitu  $\leq 2,75$  sebanyak 127 orang dari 941 mahasiswa (BP3SI IST AKPRIND). Hal ini perlu ada perhatian dan perbaikan yang lebih agar mahasiswa dapat lulus tepat waktu dengan IPK yang lebih tinggi. Oleh karena itu, perlu diketahui variabel-variabel yang memiliki pengaruh terhadap lama studi mahasiswa. Salah satu metode untuk mengetahui hubungan/pengaruh antara satu variabel dengan variabel yang lain adalah analisis regresi. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fattah, Ratna, dan Ratnasari (2013) diketahui bahwa variabel yang berpengaruh adalah TOEFL, jenis kelamin, nilai IPK S1, kesesuaian bidang studi dan asal fakultas. Sedangkan pada penelitian ini digunakan beberapa variabel berbeda yaitu asal sekolah, jurusan, asal daerah [1].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik tentang lama masa studi lulusan mahasiswa FTI IST AKPRIND Yogyakarta tahun 2011 – 2016, untuk mengetahui variabel-variabel yang berpengaruh signifikan terhadap lama masa studi mahasiswa, untuk mengetahui estimasi model regresi logistik ordinal dan regresi probit ordinal, ketiga untuk mengetahui model regresi yang paling baik dan untuk estimasi nilai probabilitas lama masa studi mahasiswa FTI IST AKPRIND. Penelitian ini dilakukan dengan harapan agar IST AKPRIND dapat menentukan strategi atau aturan kebijakan yang baik untuk meningkatkan mutu pendidikan di IST AKPRIND.

## 2. Metode

Langkah-langkah metode analisis data pada penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Analisis deskriptif yaitu statistik deskriptif untuk mendeskripsikan lulusan mahasiswa IST AKPRIND tentang lama masa studi dan variabel-variabel yang mempengaruhinya dan tabel kontingensi 2 arah untuk mengetahui hubungan antara lama studi dengan variabel yang mempengaruhinya.
- 2) Uji multikolinieritas untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan linear antar variabel independen dalam model regresi.
- 3) Analisis regresi logistik ordinal dan analisis regresi probit ordinal yaitu menentukan estimasi parameter dan membuat model regresi logistik ordinal. Selanjutnya, melakukan pengujian parameter untuk mengetahui variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon (uji parsial yaitu uji Wald dengan nilai  $p$ -value), uji serentak yaitu uji  $G$  atau *Likelihood Ratio Test*. Kemudian, dilakukan uji kelayakan model untuk mengetahui apakah model sesuai atau tidak menggunakan uji *goodness of fit test*.

- 4) Pemilihan model terbaik dari semua hasil estimasi model regresi logistik ordinal dan regresi probit ordinal dengan memilih model regresi yang memiliki nilai  $R^2$  *McFadden* yang terbesar, serta nilai AIC, BIC yang terkecil.
- 5) Menghitung estimasi probabilitas lama masa studi mahasiswa dengan model regresi terbaik. Kemudian, interpretasi model regresi logistik ordinal menggunakan nilai *odds ratio* dan interpretasi model regresi probit ordinal menggunakan efek marginal.
- 6) Membuat kesimpulan.

Regresi logistik ordinal merupakan salah satu metode statistik yang menggambarkan hubungan antara suatu variabel respon ( $Y$ ) dengan lebih dari satu variabel prediktor ( $X$ ) dengan variabel respon lebih dari dua kategori dan skala pengukuran bersifat tingkatan. Model logistik untuk data respon ordinal digunakan *cumulative logit models*. Dengan peluang kumulatif [2],  $P(Y \leq r | X_i)$  didefinisikan sebagai berikut:

$$P(Y \leq r | X_i) = \pi(x) = \frac{\exp\left(\beta_{0r} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)}{1 + \exp\left(\beta_{0r} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)} \quad (1)$$

Estimasi parameter regresi dilakukan dengan cara menguraikannya menggunakan transformasi logit dari  $P(Y \leq r | X_i)$ .

$$\text{Logit } P(Y \leq r | X_i) = \ln\left(\frac{P(Y \leq r | X_i)}{1 - P(Y \leq r | X_i)}\right) \quad (2)$$

Persamaan (3) didapatkan dengan mensubstitusikan persamaan (1) dan (2):

$$\text{Logit } P(Y \leq r | X_i) = \beta_{0r} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik} \quad (3)$$

Dengan nilai  $r = 1, 2, \dots, R-1$  dan nilai  $\beta_k$  untuk  $k = 1, 2, \dots, p$  pada setiap model regresi logistik ordinal adalah sama.

Jika terdapat lima kategori pada variabel respon maka nilai peluang kumulatif pada tiap kategori respon sebagai berikut ini:

$$P(Y_r = 1) = \pi_1(x) = \frac{\exp\left(\beta_{01} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)}{1 + \exp\left(\beta_{01} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)} \quad (4)$$

$$P(Y_r = 2) = \pi_2(x) = \frac{\exp\left(\beta_{02} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)}{1 + \exp\left(\beta_{02} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)} - \frac{\exp\left(\beta_{01} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)}{1 + \exp\left(\beta_{01} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)} \quad (5)$$

$$P(Y_r = 3) = \pi_3(x) = \frac{\exp\left(\beta_{03} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)}{1 + \exp\left(\beta_{03} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)} - \frac{\exp\left(\beta_{02} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)}{1 + \exp\left(\beta_{02} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)} \quad (6)$$

$$P(Y_r = 4) = \pi_4(x) = \frac{\exp\left(\beta_{04} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)}{1 + \exp\left(\beta_{04} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)} - \frac{\exp\left(\beta_{03} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)}{1 + \exp\left(\beta_{03} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)} \quad (7)$$

$$P(Y_r = 5) = \pi_5(x) = 1 - \frac{\exp\left(\beta_{04} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)}{1 + \exp\left(\beta_{04} + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}\right)} \quad (8)$$

Metode yang digunakan dalam pendugaan parameter model regresi logistik ordinal adalah *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dan melalui pendekatan iteratif menggunakan metode *Newton-Raphson*. Persamaan bentuk iterasi *Newton-Raphson* mengikuti deret Taylor [3] sebagai berikut:  $f(x_{n+1}) = f(x_n) + (x_{n+1} - x_n)f'(x_n) + \frac{(x_{n+1} - x_n)^2}{2!} f''(x_n) + \dots + \frac{(x_{n+1} - x_n)^n}{n!} f^{(n)}(x_n)$  proses iterasi akan berhenti ketika proses iterasi *Newton-Raphson* akan berhenti jika terpenuhi kondisi konvergen  $|\theta_t - \theta_{t-1}| < \varepsilon$ , dengan  $\varepsilon$  adalah bilangan yang sangat kecil.

**Pengujian Parameter Model**

- i) Uji serentak, dilakukan untuk mengetahui apakah variabel prediktor berpengaruh secara keseluruhan terhadap variabel respon.

Hipotesis :

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

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

Statistik uji yang digunakan yaitu uji *G* atau *Likelihood Ratio Test* [4]:

$$G = -2 \ln \left[ \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right] \tag{9}$$

Kriteria pengujianya adalah tolak  $H_0$  jika  $G^2 > \chi^2_{(\alpha, v)}$  dengan  $v$  adalah banyak variabel prediktor atau menunjukkan derajat bebas atau tolak  $H_0$  jika nilai *p-value*  $< \alpha$ . Statistik uji *G* mengikuti distribusi *Chi-square*.

- ii) Uji Parsial, digunakan untuk mengetahui apakah masing-masing variabel prediktor pada model berpengaruh terhadap variabel respon (untuk menguji apakah sebuah variabel akan dimasukkan dalam model atau tidak).

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_j = 0 \text{ (tidak terdapat pengaruh antara variabel prediktor ke-} j \text{ terhadap variabel respon)}$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ (terdapat pengaruh antara variabel prediktor ke-} j \text{ terhadap variabel respon)}$$

Statistik uji yang digunakan yaitu uji Wald [5]:

$$W_j = \left[ \frac{\hat{\beta}_j}{Se(\hat{\beta}_j)} \right]^2 \tag{10}$$

Kriteria pengujianya adalah tolak  $H_0$  adalah  $W_j^2 > \chi^2_{(\alpha, v)}$  dengan  $v$  menunjukkan derajat bebas atau tolak  $H_0$ , jika nilai *p-value*  $< \alpha$ .

Uji Kesesuaian Model, digunakan untuk mengevaluasi cocok tidaknya model dengan data, nilai observasi yang diperoleh sama atau mendekati dengan yang diharapkan dalam model. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah persamaan model yang telah dibentuk telah sesuai.

Hipotesis :

$$H_0: \text{model sesuai (tidak ada perbedaan antara hasil observasi dengan hasil prediksi)}$$

$$H_1: \text{model tidak sesuai (ada perbedaan antara hasil observasi dengan hasil prediksi)}$$

Statistik uji yang digunakan yaitu: metode Deviance [1]

$$D = -2 \sum_{i=1}^n \left[ y_{ij} \ln \left( \frac{\hat{\pi}_{ij}}{y_{ij}} \right) + (1 - y_{ij}) \ln \left( \frac{1 - \hat{\pi}_{ij}}{1 - y_{ij}} \right) \right] \tag{11}$$

kriteria pengujianya adalah tolak  $H_0$  jika nilai  $D_{hitung} > \chi^2_{\alpha(n-p)}$  atau jika nilai *p-value*  $< \alpha$ .

Regresi Probit Ordinal adalah suatu model regresi yang dapat digunakan untuk menjelaskan hubungan antara variabel respon yang berupa merupakan variabel kontinu yang dikategorikan secara ordinal dan variabel bebasnya bisa merupakan variabel kontinu atau variabel diskrit berskala nominal atau ordinal. Estimasi parameter menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation (MLE)* dan menggunakan metode *Newton-Raphson*. Pemodelan regresi probit ordinal diawali dengan memperhatikan model sebagai berikut:

$$Y^* = \beta^T X + \varepsilon \quad (13)$$

Dengan:

$Y^*$  merupakan variabel respon kontinu

$\beta$  merupakan vektor parameter koefisien dengan  $\beta = [\beta_0 \beta_1 \dots \beta_p]^T$

$X$  merupakan vektor variabel bebas dengan  $X = [1 X_{1i} \dots X_{pi}]^T$

$\varepsilon$  adalah *error* yang diasumsikan berdistribusi  $N(0, \sigma^2)$

Pada regresi probit ordinal dilakukan pengkategorian terhadap  $Y^*$  secara ordinal, yaitu untuk  $Y^* \leq \gamma_1$  dikategorikan dengan  $Y = 1$ , untuk  $\gamma_1 < Y^* \leq \gamma_2$  dikategorikan dengan  $Y = 2, \dots$ , untuk  $\gamma_{i-1} < Y^* \leq \gamma_i$  dikategorikan dengan  $Y = i-1, \dots$ , untuk  $Y^* > \gamma_k$  dikategorikan dengan  $Y = k$ , sehingga diperoleh model [6] sebagai berikut:

$$P(Y = 1) = \Phi(\gamma_1 - \beta^T \mathbf{x}) \quad (13)$$

$$P(Y = 2) = \Phi(\gamma_2 - \beta^T \mathbf{x}) - \Phi(\gamma_1 - \beta^T \mathbf{x}) \quad (14)$$

$\vdots$

$$P(Y = i-1) = \Phi(\gamma_i - \beta^T \mathbf{x}) - \Phi(\gamma_{i-1} - \beta^T \mathbf{x}) \quad (15)$$

$\vdots$

$$P(Y = k) = 1 - \Phi(\gamma_k - \beta^T \mathbf{x}) \quad (16)$$

Dengan:  $\Phi$  merupakan fungsi distribusi kumulatif normal.  $Y = 1$  untuk kategori terendah dan  $Y = k$  untuk kategori tertinggi. Prosedur pengujian parameter dan pengujian kesesuaian model pada regresi probit ordinal sama seperti pada regresi logistik ordinal.

Untuk menginterpretasikan model regresi probit ordinal digunakan efek marginal (*marginal effects*), yaitu menyatakan besarnya pengaruh tiap variabel prediktor yang signifikan terhadap probabilitas tiap kategori pada variabel respon [6].

Prosedur pengujian parameter dan pengujian kesesuaian model pada regresi probit ordinal sama seperti pada regresi logistik ordinal.

Pemilihan model terbaik yang digunakan adalah menggunakan *Pseudo R-Squared* dengan pendekatan nilai  $R^2 McFadden$  terbesar [7], dan AIC, BIC terkecil [8].

i)  $R^2 McFadden$  merupakan indikator model terbaik yang digunakan untuk mengetahui nilai *likelihood-ratio* yang didasarkan pada nilai *likelihood* model penuh yang mengandung semua parameter ( $L_1$ ) dengan model yang hanya memuat intersep ( $L_0$ ):

$$\bar{R}_{MCF} = 1 - \frac{\ln L_1}{\ln L_0} \quad (17)$$

ii) *Akaike's Information (AIC)* adalah ukuran kualitas relatif model statistik untuk satu set data.

$$AIC = -2(\log \text{likelihood}) + 2K \quad (18)$$

iii) *Bayesian Information Criterion (BIC)* diperkenalkan oleh Schwarz (1978), dan didefinisikan sebagai:

$$BIC = -2(\log \text{likelihood}) + K \ln N \quad (19)$$

### 3. Analisis Hasil dan Pembahasan

#### a. Analisis Statistik Deskriptif dan Crosstabulation Antara Lama Studi dengan Variabel Yang Mempengaruhinya

Hasil statistik deskriptif dan *crosstabulation*, disimpulkan bahwa mayoritas lulusan mahasiswa jenjang studi S<sub>1</sub> FTI IST AKPRIND tahun 2011–2016, berjenis kelamin laki-laki, asal sekolah SMA, jurusan teknik mesin, IPK lulusan antara 3,01–3,50 dan asal daerah dari luar Yogyakarta dengan lama masa studi antara 9 – 10 semester. Hasil uji independensi diketahui bahwa variabel–variabel prediktor yang memiliki hubungan dengan lama masa studi mahasiswa adalah jenis kelamin, jurusan, dan IPK lulusan.

#### b. Uji Multikolinieritas

Jika asumsi multikolinieritas tidak terpenuhi, maka estimasi koefisien regresi logistik menjadi bias dan kesimpulan statistik menjadi tidak valid. Berikut hasil uji multikolinieritas menggunakan SPSS 23, sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Multikolinieritas

Variabel	Nilai VIF ( <i>Variance Inflation Factor</i> )
Jenis kelamin ( $X_1$ )	1,084
Asal sekolah ( $X_2$ )	1,088
Jurusan ( $X_3$ )	1,091
IPK lulusan ( $X_4$ )	1,095
Asal daerah ( $X_5$ )	1,086

Hipotesis:  $H_0$  : tidak terjadi multikolinieritas Vs  $H_1$  : terjadi multikolinieritas

Dari Tabel 3. di atas, menunjukkan bahwa nilai VIF dari  $X_1, X_2, X_3, X_4$  dan  $X_5$  kurang 10. Artinya gagal tolak  $H_0$  atau tidak terjadi multikolinieritas.

#### c. Analisis Regresi Logistik Ordinal dan Regresi Probit Ordinal Menggunakan R.3.3.2

##### 1) Hasil Analisis Regresi Logistik Ordinal dan Regresi Probit Ordinal Terbaik

Analisis ini dilakukan untuk mendapatkan bentuk estimasi model dari variabel respon dengan semua variabel prediktor dan variabel respon dengan variabel prediktor yang signifikan. Selanjutnya, dilakukan pemilihan model terbaik dari analisis regresi logistik ordinal dan regresi probit ordinal menggunakan nilai  $R^2$  *McFadden* yang terbesar, dan nilai AIC (*Akaike's Information Criterion*), BIC (*Bayesian Information Criterion*) yang terkecil. Sehingga diperoleh model yang terbaik dari regresi logistik ordinal dan regresi probit ordinal yaitu model estimasi ke-4 (estimasi parameter antara lama masa studi dengan jurusan dan IPK lulusan).

Tabel 4. Estimasi Parameter Model Regresi Logistik Ordinal Antara Lama Masa Studi Dengan Jurusan Dan IPK Lulusan

Variabel	Tipe	$\beta$	SE	P Value	Exp( $\beta$ )
Lama Studi (Y)	$\leq 8$ Semester <sub>(1)</sub>	-3,2871	0,5681	7,20e <sup>-09</sup>	0,0374
	9 – 10 Semester <sub>(2)</sub>	0,7153	0,5168	0,1663	2,0448
	11 – 12 Semester <sub>(3)</sub>	2,4784	0,5320	3,18e <sup>-06</sup>	11,9222
	13 – 14 Semester <sub>(4)</sub>	4,1409	0,5669	2,80e <sup>-13</sup>	62,8594
Jurusan ( $X_3$ )	Teknik Industri <sub>(2)</sub>	0,1424	0,6244	0,8196	1,1530
	Teknik Mesin <sub>(3)</sub>	0,7613	0,5296	0,1501	2,1410
	Teknik Elektro <sub>(4)</sub>	1,1049	0,6233	0,0763	3,0190
	Teknik Informatika <sub>(5)</sub>	1,2213	0,5374	0,0230	3,3917
IPK Lulusan ( $X_4$ )	2,76 – 3,00 <sub>(2)</sub>	-4,0118	0,4339	2,32e <sup>-20</sup>	0,0181
	3,01 – 3,50 <sub>(3)</sub>	-0,0576	0,3196	0,8570	0,9440
	3,51 – 4,00 <sub>(4)</sub>	-0,3152	0,2243	0,1601	0,7297

Tabel 5. Estimasi Parameter Model Regresi Probit Ordinal Antara Lama Masa Studi Dengan Asal Sekolah, Jurusan, Dan IPK Lulusan

Variabel	Tipe	$\beta$	SE	$W_j^2$	P Value
Lama Studi (Y)	= < 8 Semester <sub>(1)</sub>	-1,8760	0,3005	38,9742	4,29e <sup>-10</sup>
	9 – 10 Semester <sub>(2)</sub>	0,3243	0,2817	1,3253	0,2496
	11 – 12 Semester <sub>(3)</sub>	1,3439	0,2898	21,5049	3,54e <sup>-06</sup>
	13 – 14 Semester <sub>(4)</sub>	2,2601	0,3049	54,9466	1,25e <sup>-13</sup>
Variabel	Tipe	$\beta$	SE	$W_j^2$	P Value
Asal Sekolah (X <sub>2</sub> )	SMK <sub>(2)</sub>	-0,2618	0,1479	3,1333	0,0766
Jurusan (X <sub>3</sub> )	Teknik Industri <sub>(2)</sub>	0,0797	0,3455	0,0532	0,8175
	Teknik Mesin <sub>(3)</sub>	0,5218	0,2860	3,3287	0,0681
	Teknik Elektro <sub>(4)</sub>	0,7001	0,3379	4,2928	0,0383
	Teknik Informatika <sub>(5)</sub>	0,7106	0,2915	2,4377	0,0148
IPK Lulusan (X <sub>4</sub> )	2,76 – 3,00 <sub>(2)</sub>	-2,2670	0,2283	98,6032	3,05e <sup>-23</sup>
	3,01 – 3,50 <sub>(3)</sub>	0,0049	0,1688	0,0008	0,9768
	3,51 – 4,00 <sub>(4)</sub>	-0,1840	0,1264	2,1191	0,1453

## 2) Model Regresi Logistik Ordinal Dan Regresi Probit Ordinal Terbaik

Dari Tabel 4. maka estimasi model dan estimasi peluang regresi logistik ordinal lama masa studi mahasiswa IST AKPRIND dapat dibentuk sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{logit}(Y \leq 1) &= \log\left(\frac{P(Y \leq 1)}{1 - P(Y \leq 1)}\right) & (4.28) \\ &= -3,2871 + 0,1424 X_{3(2)} + 0,7613 X_{3(3)} + 1,1049 X_{3(4)} + 1,2213 X_{3(5)} \\ &\quad - 4,0118 X_{4(2)} - 0,0576 X_{4(3)} - 0,3152 X_{4(4)} \end{aligned}$$

Peluang respon lama masa studi  $\leq 8$  semester

$$\begin{aligned} \pi_1(x) &= P(Y \leq 1 | X_i) \\ &= \frac{e^{-3,2871 + 0,1424 X_{3(2)} + \dots - 0,3152 X_{4(4)}}}{1 + e^{-3,2871 + 0,1424 X_{3(2)} + \dots - 0,3152 X_{4(4)}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{logit}(Y \leq 2) &= \log\left(\frac{P(Y \leq 2)}{1 - P(Y \leq 2)}\right) & (4.29) \\ &= 0,7153 + 0,1424 X_{3(2)} + 0,7613 X_{3(3)} + 1,1049 X_{3(4)} + 1,2213 X_{3(5)} \\ &\quad - 4,0118 X_{4(2)} - 0,0576 X_{4(3)} - 0,3152 X_{4(4)} \end{aligned}$$

Peluang respon lama masa studi 9 – 10 semester

$$\begin{aligned} \pi_2(x) &= \log \text{it}(Y \leq 2 | X_i) - \log \text{it}(Y \leq 1 | X_i) \\ &= \frac{e^{0,7153 + 0,1424 X_{3(2)} + \dots - 0,3152 X_{4(4)}}}{1 + e^{0,7153 + 0,1424 X_{3(2)} + \dots - 0,3152 X_{4(4)}}} - \frac{e^{-3,2871 + 0,1424 X_{3(2)} + \dots - 0,3152 X_{4(4)}}}{1 + e^{-3,2871 + 0,1424 X_{3(2)} + \dots - 0,3152 X_{4(4)}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{logit}(Y \leq 3) &= \log\left(\frac{P(Y \leq 3)}{1 - P(Y \leq 3)}\right) & (4.30) \\ &= 2,4784 + 0,1424 X_{3(2)} + 0,7613 X_{3(3)} + 1,1049 X_{3(4)} + 1,2213 X_{3(5)} \\ &\quad - 4,0118 X_{4(2)} - 0,0576 X_{4(3)} - 0,3152 X_{4(4)} \end{aligned}$$

Peluang respon lama masa studi 11 – 12 semester

$$\begin{aligned} \pi_3(x) &= \log it(Y \leq 3|X_i) - \log it(Y \leq 2|X_i) \\ &= \frac{e^{2,2784+0,1424X_{3(2)}+\dots-0,1352X_{4(4)}}}{1 + e^{2,2784+0,1424X_{3(2)}+\dots-0,1352X_{4(4)}}} - \frac{e^{0,7153+0,1424X_{3(2)}+\dots-0,1352X_{4(4)}}}{1 + e^{0,7153+0,1424X_{3(2)}+\dots-0,1352X_{4(4)}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{logit}(Y \leq 4) &= \log\left(\frac{P(Y \leq 4)}{1 - P(Y \leq 4)}\right) & (4.31) \\ &= 4,1409 + 0,1424 X_{3(2)} + 0,7613 X_{3(3)} + 1,1049 X_{3(4)} + 1,2213 X_{3(5)} \\ &\quad - 4,0118 X_{4(2)} - 0,0576 X_{4(3)} - 0,3152 X_{4(4)} \end{aligned}$$

Peluang respon lama masa studi 13 – 14 semester

$$\begin{aligned} \pi_4(x) &= \log it(Y \leq 4|X_i) - \log it(Y \leq 3|X_i) \\ &= \frac{e^{4,1409+0,1424X_{3(2)}+\dots-0,3152X_{4(4)}}}{1 + e^{4,1409+0,1424X_{3(2)}+\dots-0,3152X_{4(4)}}} - \frac{e^{2,4784+0,1424X_{3(2)}+\dots-0,3152X_{4(4)}}}{1 + e^{2,4784+0,1424X_{3(2)}+\dots-0,3152X_{4(4)}}} \end{aligned}$$

Peluang respon lama masa studi  $\geq 15$  semester

$$\begin{aligned} \pi_5(x) &= 1 - \log it(Y \leq 4|X_i) & (4.32) \\ &= 1 - \frac{e^{4,1409+0,1424X_{3(2)}+\dots-0,3152X_{4(4)}}}{1 + e^{4,1409+0,1424X_{3(2)}+\dots-0,3152X_{4(4)}}} \\ &= \frac{1}{1 + e^{4,1409+0,1424X_{3(2)}+\dots-0,3152X_{4(4)}}} \end{aligned}$$

Dari Tabel 5. maka estimasi model regresi probit ordinal dan model estimasi peluang lama masa studi mahasiswa IST AKPRIND dapat dibentuk sebagai berikut:

$$\hat{P}(Y = 1) = \Phi[-1,7545 - (C)] \tag{4.52}$$

$$\hat{P}(Y = 2) = \Phi[0,4341 - (C)] - \Phi[-1,7545 - (C)] \tag{4.53}$$

$$\hat{P}(Y = 3) = \Phi[1,4483 - (C)] - \Phi[0,4341 - (C)] \tag{4.54}$$

$$\hat{P}(Y = 4) = \Phi[2,2601 - (C)] - \Phi[1,3439 - (C)] \tag{4.55}$$

$$\hat{P}(Y = 5) = 1 - \Phi[2,3531 - (C)] \tag{4.56}$$

Dengan  $C$  merupakan fungsi probit dengan persamaan sebagai berikut:

$$C = 0,1149 X_{3(2)} + 0,4662 X_{3(3)} + 0,6376 X_{3(4)} + 0,7672 X_{3(5)} - 2,2295 X_{4(2)}$$



$$+ 0,0006 X_{4(3)} - 0,1739 X_{4(4)}$$

### 3) Pemilihan Model Regresi Logistik Ordinal Dan Regresi Probit Ordinal Terbaik

Tabel 6. Perbandingan Kriteria Pemilihan Model Terbaik

Nilai	Regresi Logistik Ordinal	Regresi Probit Ordinal
$R^2 McFadden$	0,1958143	0,1920345
AIC	633,4276	636,3014
BIC	673,4102	676,2841

Tabel 6. di atas diperoleh model regresi terbaik, yaitu regresi logistik ordinal.

### 4) Estimasi Probabilitas Lama Masa Studi Mahasiswa IST AKPRIND Menggunakan Model Terbaik Yaitu Model Regresi Logistik Ordinal.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Nilai *Probabilitas* Lama Masa Studi 9 – 10 Semester ( $Y = 2$ ) Menggunakan Model Terbaik

$X_3$ (Jurusan)	$X_4$ (IPK Lulusan)		
	2,76 – 3,00 <sub>(2)</sub>	3,01 – 3,50 <sub>(3)</sub>	3,51 – 4,00 <sub>(4)</sub>
Teknik Industri <sub>(2)</sub>	0,04015	0,65092	0,60193
Teknik Mesin <sub>(3)</sub>	0,07198	0,73497	0,70644
Teknik Elektro <sub>(4)</sub>	0,09848	0,75730	0,74228
Teknik Informatika <sub>(5)</sub>	0,10925	0,76065	0,75036

Dari Tabel 7. dapat disimpulkan bahwa:

- Mahasiswa jurusan teknik industri, mesin, elektro dan informatika yang memiliki IPK lulusan 3,01–3,50 dan 3,51–4,00 berpeluang lebih besar untuk lulus 4,5 tahun atau 5 tahun (lama masa studi 9–10 semester) dibandingkan yang memiliki IPK lulusan 2,76–3,00.
- Mahasiswa jurusan teknik informatika yang memiliki IPK lulusan 2,76–3,00 maupun 3,01–3,50 dan 3,51–4,00 berpeluang lebih besar untuk lulus 4,5 tahun atau 5 tahun (9–10 semester) dibandingkan mahasiswa jurusan teknik kimia, industri, mesin, dan elektro.

### 5) Interpretasi Model Regresi Logistik Ordinal Terbaik Menggunakan *Odds Ratio*

Tabel 8. Hasil Estimasi *Odds Ratio*

Variabel	Tipe	$\beta$	$Exp(\beta)$
Jurusan ( $X_3$ )	Teknik Industri <sub>(2)</sub>	0,1424	1,1530
	Teknik Mesin <sub>(3)</sub>	0,7613	2,1410
	Teknik Elektro <sub>(4)</sub>	1,1049	3,0190
	Teknik Informatika <sub>(5)</sub>	1,2213	3,3917
IPK Lulusan ( $X_4$ )	2,76 – 3,00 <sub>(2)</sub>	-4,0118	0,0181
	3,01 – 3,50 <sub>(3)</sub>	-0,0576	0,9440
	3,51 – 4,00 <sub>(4)</sub>	-0,3152	0,7297

Dari Tabel 8. dapat diketahui bahwa:

- Interpretasi *odds ratio* untuk variabel jurusan ( $X_3$ ) yaitu  $X_{3(2)}$ ,  $X_{3(3)}$ ,  $X_{3(4)}$ ,  $X_{3(5)}$  terhadap  $X_{3(1)}$ .
  - Kecenderungan mahasiswa jurusan teknik industri untuk lulus  $\geq 7,5$  tahun (lama masa studi  $\geq 15$  semester) sebesar 1,1530 kali dibandingkan mahasiswa jurusan teknik kimia. Atau mahasiswa jurusan teknik industri memiliki peluang untuk lulus dalam waktu  $\geq 15$  semester sebesar 1,1530 kali dibanding lulusan mahasiswa teknik kimia.
  - Mahasiswa jurusan teknik mesin memiliki peluang untuk lulus dalam waktu  $\geq 15$  semester sebesar 2,1410 kali dibanding lulusan mahasiswa teknik kimia.
  - Mahasiswa jurusan teknik elektro memiliki peluang untuk lulus dalam waktu  $\geq 15$  semester sebesar 3,0190 kali dibanding lulusan mahasiswa teknik kimia.
  - Mahasiswa jurusan teknik informatika memiliki peluang untuk lulus dalam waktu  $\geq 15$  semester sebesar 3,3917 kali dibanding lulusan mahasiswa teknik kimia.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa lulusan mahasiswa jurusan teknik informatika memiliki peluang lebih besar atau lebih cepat lulus dibanding lulusan mahasiswa teknik kimia, industri, mesin, dan elektro.

2. Interpretasi *odds ratio* untuk variabel IPK lulusan ( $X_4$ ) yaitu  $X_{4(2)}$ ,  $X_{4(3)}$ ,  $X_{4(4)}$  terhadap  $X_{4(1)}$ .
  - a) Mahasiswa yang memiliki IPK lulusan 2,76 – 3,00 memiliki peluang untuk lulus dalam waktu  $\geq 15$  semester sebesar 0,0181 kali dibanding lulusan mahasiswa yang memiliki IPK lulusan  $\leq 2,75$ .
  - b) Mahasiswa yang memiliki IPK lulusan 3,01–3,50 memiliki peluang untuk lulus dalam waktu  $\geq 15$  semester sebesar 0,9440 kali dibanding lulusan mahasiswa yang memiliki IPK lulusan  $\leq 2,75$ .
  - c) Mahasiswa yang memiliki IPK lulusan 3,51–4,00 memiliki peluang untuk lulus dalam waktu  $\geq 15$  semester sebesar 0,7297 kali dibanding lulusan mahasiswa yang memiliki IPK lulusan  $\leq 2,75$ .

Sehingga dapat disimpulkan bahwa lulusan mahasiswa yang memiliki IPK lulusan 3,01–3,50 dan 3,51–4,00 memiliki peluang lebih besar untuk lulus atau lebih cepat lulus dibanding lulusan mahasiswa yang memiliki IPK lulusan  $\leq 2,75$  dan 2,76 – 3,00.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Sebagian besar lama masa studi yang ditempuh oleh lulusan mahasiswa jenjang studi  $S_1$  FTI IST AKPRIND tahun 2011–2016 adalah 9–10 semester, berjenis kelamin laki–laki, asal sekolah SMA, jurusan teknik mesin, IPK lulusan antara 3,01–3,50 dan asal daerah dari luar Yogyakarta. Sedangkan uji independensi diketahui ada tiga variabel prediktor yang memiliki hubungan dengan lama masa studi yaitu jenis kelamin, jurusan, dan IPK lulusan. Pengujian secara serentak dan parsial pada analisis regresi logistik ordinal dan regresi probit ordinal, diketahui bahwa variabel yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap lama masa studi mahasiswa IST AKPRIND adalah variabel jurusan ( $X_3$ ) dengan tipe jurusan teknik informatika ( $X_{3(5)}$ ) dan IPK lulusan ( $X_4$ ) dengan tipe IPK 2,76 – 3,00 ( $X_{4(2)}$ ). Estimasi model regresi logistik ordinal dan regresi probit ordinal untuk mengestimasi probabilitas lama masa studi mahasiswa FTI IST AKPRIND Yogyakarta dapat dilihat pada persamaan 1.1 s/d 4.1 dan persamaan 6.1 s/d 6.5. Model regresi yang paling baik adalah model estimasi regresi logistik ordinal yang ke – 4. Penerapan perhitungan estimasi probabilitas lama masa studi 9–10 semester menggunakan model regresi yang paling baik yaitu model regresi logistik ordinal diperoleh: (a) Mahasiswa jurusan teknik industri, mesin, elektro dan informatika yang memiliki IPK lulusan 2,76–3,00 berpeluang untuk lulus 4,5 tahun atau 5 tahun berturut–turut sebesar 0.0015, 0.07198, 0.09848, 0.10925; (b) Mahasiswa jurusan teknik industri, mesin, elektro dan informatika yang memiliki IPK lulusan 3,01–3,50 berpeluang untuk lulus 4,5 tahun atau 5 tahun berturut–turut sebesar 0.65092, 0.73497, 0.75730, 0.76065; (c) Mahasiswa jurusan teknik industri, mesin, elektro dan informatika yang memiliki IPK lulusan 3,51–4,00 berpeluang untuk lulus 4,5 tahun atau 5 tahun berturut–turut sebesar 0.60193, 0.70644, 0.74228, 0.75036; (d) Mahasiswa jurusan teknik informatika yang memiliki IPK lulusan 2,76–3,00; 3,01–3,50 dan 3,51–4,00 memiliki peluang lebih besar atau lebih cepat untuk menyelesaikan masa studinya selama 9–10 semester dibandingkan mahasiswa jurusan teknik kimia, industri, mesin dan elektro.

#### Ucapan Terimakasih

Dalam penyusunan tulisan ini, banyak pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada seluruh dosen dan pimpinan Jurusan Statistika Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

**Daftar Pustaka**

- [1]Fattah, I.A.A., Ratna, M., dan Ratnasari, V. 2013. Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Masa Studi Lulusan Mahasiswa Program Magister Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya Menggunakan Regresi Logistik Ordinal Dan Regresi Probit Ordinal, <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-28947-1309100093-Paper.pdf>, diakses tanggal 9 November 2016 WIB.
- [2]Imaslihkah, S., Ratna, M., dan Ratnasari, V. 2013. Analisis Regresi Logistik Ordinal terhadap Faktor-faktor yang Mempengaruhi Predikat Kelulusan Mahasiswa S1 di ITS Surabaya, *Jurnal Sains Dan Seni POMITS*, No.2, Vol.2, Hal.D177–D182.
- [3]Sulistiyangtyas, R. 2016. *Estimator Liu* dalam Regresi Logistik untuk Mengatasi Masalah Multikolinearitas. *Skripsi*. Jurusan Matematika FMIPA UGM, Yogyakarta.
- [4]Agresti, A., 2002. *Categorical Data Analysis Second Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- [5]Hosmer, D.W., & Lemeshow, S. *Applied Logistic Regression New York: John Wiley & Sons, Inc.*; 2000.
- [6]Permatasari, D., L., dan Ratnasari, V. 2016. Pemodelan Ketahanan Pangan Di Indonesia Dengan Pendekatan Regresi Probit Ordinal. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, No. 2, Vol. 5, Hal. D151 - D156.
- [7]Fujimoto, K., (2003), *Application of Multinomial and Ordinal Regression To Data of The Japanese Female Labor Market*, Journal of The Japanese Statistic University Of Pittsburgh, Faculty of Arts and Science.
- [8]Afifi, N., A. 2015. *Principal Component Logistic Regression (PLCR)* Untuk Multikolinearitas Dalam Regresi Logistik Biner. *Skripsi*. Jurusan Matematika FMIPA UGM, Yogyakarta.