

Pemodelan Regresi Probit Ordinal Pada Kasus Penentuan Predikat Kelulusan Mahasiswa FMIPA Universitas Mulawarman Tahun 2014

Dewi Andriani¹, Sri Wahyuningsih^{2,*}, Yuki Novia Nasution²

¹Laboratorium Ekonomi dan Bisnis Program Studi Statistika, FMIPA, Universitas Mulawarman

²Program Studi Statistika FMIPA, Universitas Mulawarman

*Corresponding Author: dewiandriani19@gmail.com

Abstrak Regresi Probit Ordinal adalah suatu model regresi yang dapat digunakan untuk menjelaskan hubungan antara variabel respon dengan variabel bebas, dimana variabel responnya merupakan variabel kontinu yang dikategorikan secara ordinal dan variabel bebasnya bisa merupakan variabel kontinu atau variabel diskrit berskala nominal atau ordinal. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan predikat kelulusan mahasiswa FMIPA Universitas Mulawarman dengan menggunakan model regresi probit ordinal yang diinterpretasikan menggunakan efek marginal, dan menaksir parameter suatu modelnya menggunakan metode Maximum Likelihood Estimation (MLE) dan metode Newton Raphson. Berdasarkan penelitian diperoleh variabel bebas yang dapat mempengaruhi predikat kelulusan mahasiswa adalah jenis kelamin mahasiswa.

Kata Kunci : Efek marginal, metode *Maximum Likelihood Estimation (MLE)*, metode *Newton Raphson*, regresi probit ordinal

Pendahuluan

Analisis regresi adalah salah satu metode untuk menentukan hubungan sebab-akibat antara satu variabel dengan variabel yang lain. Analisis regresi digunakan untuk mengetahui hubungan antara suatu variabel respon dengan variabel bebas. Bila hanya ada satu variabel respon dan satu variabel bebas disebut analisis regresi sederhana. Apabila terdapat beberapa variabel bebas, analisisnya disebut dengan analisis regresi berganda. Analisis regresi (*regression analysis*) merupakan suatu teknik untuk membangun persamaan garis lurus dan menggunakan persamaan tersebut untuk membuat perkiraan (*prediction*). Model matematis dalam menjelaskan hubungan antar variabel dalam analisis regresi menggunakan persamaan regresi, yaitu suatu persamaan matematis yang mendefinisikan hubungan antara dua variabel [1].

Model regresi yang dapat menjelaskan hubungan antara variabel respon yang merupakan variabel diskrit berskala ordinal dengan variabel bebas yang terdiri dari variabel kontinu, diskrit atau campuran antara keduanya adalah regresi probit ordinal. Regresi ini pertama kali dikembangkan oleh Aitchison dan Silvey dari model regresi probit yang dikemukakan oleh Bliss dalam [2]. Istilah "probit" dalam model regresi probit adalah singkatan dari "*probability unit*" sehingga dapat dikatakan

bahwa model regresi probit merupakan suatu model regresi yang berkaitan dengan unit-unit probabilitas [3].

Baihaqi melakukan penelitian untuk memodelkan hubungan antara skor TPA dan IPK mahasiswa magister program pascasarjana ITS Surabaya dan tidak dilakukan prediksi terhadap mahasiswa untuk memperoleh IPK memuaskan, sangat memuaskan dan dengan pujian [4]. Demikian halnya dengan hasil penelitian Bekiyanto (2002) tidak dilakukan prediksi terhadap probabilitas mahasiswa memperoleh IPK memuaskan, sangat memuaskan dan dengan pujian [5]. Sedangkan hasil penelitian lainnya diperoleh hubungan antara Usia lulusan, Skor TPA, Skor TOEFL dan lama studi dengan probabilitas mahasiswa magister program pascasarjana ITS Surabaya memperoleh IPK memuaskan, sangat memuaskan dan dengan pujian [6].

Penelitian ini akan mengkaji pemodelan regresi probit pada kasus penentuan predikat kelulusan Mahasiswa FMIPA Universitas Mulawarman Tahun 2014. Berdasarkan latar belakang ini, maka penulis berminat untuk meneliti dengan judul "Pemodelan Regresi Probit Ordinal pada Kasus Penentuan Predikat Kelulusan Mahasiswa FMIPA Universitas Mulawarman Tahun 2014".

Metode Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam analisis data adalah sebagai berikut:

1. Statistik Deskriptif
2. Uji kenormalan data variabel respon dengan hipotesis

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Statistik Uji

$$D = \max [D^+, D^-] \quad (1)$$

3. Pemodelan regresi probit ordinal.

Estimasi parameter menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation (MLE)* dan menggunakan metode Newton-Raphson.

$$L(\theta | y) = L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k | y_1, y_2, \dots, y_n) \quad (2)$$

4. Pengujian parameter secara serentak.

Dengan menggunakan metode *Likelihood Ratio Test* dilakukan pengujian simultan. Hasil dari pengujian ini berguna untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variabel bebas yang signifikan.

$$G^2 = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) \quad (3)$$

5. Pengujian Parameter secara Parsial

Untuk pengujian individu signifikan parameter model dapat diuji dengan *Wald Test*. Hasil dari pengujian ini berguna untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari masing-masing variabel bebas terhadap Predikat Kelulusan Mahasiswa lulusan FMIPA Universitas Mulawarman.

$$Z = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \quad (4)$$

6. Pengukuran Multikolinieritas

Dilakukan untuk menguji ada tidaknya masalah multikolinieritas terhadap variabel bebas yang signifikan pada model regresi probit ordinal. Untuk mengetahui terjadinya gangguan multikolinieritas adalah melihat besarnya nilai VIF (*Variance Inflation Factor*).

$$VIF = \frac{1}{(1 - R^2)} \quad (5)$$

7. Interpretasi model dengan Efek marginal.
 Berguna untuk menginterpretasikan besar pengaruh dari masing-masing variabel bebas terhadap probabilitas lulusan FMIPA Universitas Mulawarman memperoleh Predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan, dan dengan pujian. Untuk menginterpretasikan model regresi probit ordinal digunakan efek marginal.

$$\frac{\partial P(Y=k)}{\partial x_j} = \Phi \left(\frac{y_i - \beta^T x}{\sigma} \right) \left(\frac{\beta_j}{\sigma} \right) \quad (6)$$

Hasil dan Pembahasan Statistika Deskriptif

Tabel 1. Statistika Deskriptif

Variabel	Standar			
	Mean	Deviasi	Min	Maks
Predikat	1,45	0,70	0	3
IPK	3,36	0,27	2,62	3,94
Lama Studi	11,4	2,17	8	14
Usia	23,51	2,70	20	49
Jenis Kelamin	0,54	0,49	0	1

Uji Distribusi Normal

Hipotesis

H_0 : Data residual predikat kelulusan FMIPA Unmul Tahun 2014 berdistribusi normal.

H_1 : Data residual predikat kelulusan FMIPA Unmul Tahun 2014 tidak berdistribusi normal.

Taraf Signifikan

$\alpha = 5 \%$

Statistika Uji

$D = \max [D^+, D^-]$

Keputusan

ISBN: 978-602-72658-1-3

Menerima H_0 jika $P - value \geq \alpha$.
Karena nilai $P - Value$ 0,150 lebih besar dari α yang berarti menerima H_0 .

Kesimpulan

Data residual predikat kelulusan FMIPA Unmul Tahun 2014 berdistribusi normal.

Model Regresi Probit Ordinal

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \varepsilon$$

Dengan program komputer Eviews 4 diperoleh nilai penaksir parameter regresi probit ordinal dengan metode maksimum likelihood, dimana fungsi likelihoodnya dimaksimumkan dengan metode Newton-Raphson dan nilai penaksir tersebut mencapai konvergen setelah iterasi ke-6 (t=6) dengan toleransi ($\delta = 0,0001$).

Tabel 2 Hasil Penaksiran Parameter

Variabel	Koefisien
Intersep	2,232
Predikat	0,006
Lama studi	0,044
Usia	0,005
Jenis Kelamin	-0,556

Diperoleh model regresi probit ordinal multivariabel terbaik sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \hat{P}(Y = 0) &= \Phi \left[\frac{2,75 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right] \\ \hat{P}(Y = 1) &= \Phi \left[\frac{3,5 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right] \\ &- \Phi \left[\frac{2,75 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{P}(Y = 2) &= \Phi \left[\frac{3,7 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right] \\ &- \Phi \left[\frac{3,5 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right] \\ \hat{P}(Y = 3) &= 1 - \Phi \left[\frac{3,7 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right] \end{aligned}$$

Diperoleh nilai prediksi probabilitas Lulusan Mahasiswa FMIPA Unmul memperoleh predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan dan dengan pujian. Misalnya dipilih Lulusan Mahasiswa FMIPA Unmul no urut 1. Mahasiswa tersebut mempunyai IPK 3,42, lama studi 9 semester, usia 23 tahun, dan jenis kelamin perempuan, dan diperoleh nilai prediksi probabilitas terbesar sebesar 0,995. Dengan demikian mahasiswa tersebut lulus dengan kategorik predikat cukup.

Pengujian Parameter secara Serentak

Hipotesis:
 $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ (tidak ada pengaruh antara variabel IPK, lama studi, usia, dan jenis kelamin secara serentak terhadap probabilitas mahasiswa FMIPA Unmul memperoleh predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan dan dengan pujian)
 $H_1 : \text{Minimal salah satu } \beta_j \neq 0, j = 1, 2, 3$ (Minimal salah satu variabel IPK, lama belajar, usia, dan jenis kelamin secara serentak terhadap probabilitas mahasiswa FMIPA Unmul memperoleh predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan, dengan pujian).

Taraf Signifikan :
 $\alpha = 5 \%$

Statistik Uji :

$$G^2 = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 85,36$$

Dengan menggunakan program Eviews diperoleh $G^2 = 85,36$

Keputusan :

Nilai statistik uji $G^2(85,36) > \chi^2_{0,05,4}(9,49)$ maka H_0 ditolak.

Kesimpulan :

Ada pengaruh signifikan antara variabel IPK, lama studi, usia, dan jenis kelamin secara serentak terhadap probabilitas lulusan FMIPA Unmul Tahun 2014 memperoleh predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan dan dengan pujian.

Pengujian Parameter secara Parsial

1. Model regresi probit ordinal secara parsial, dimana variabel bebasnya IPK (X_1) :

$$\begin{aligned}\hat{P}(Y = 0) &= \Phi \left[\frac{2,75 - (3,631 + 0,066X_1)}{0,2193} \right] \\ \hat{P}(Y = 1) &= \Phi \left[\frac{3,5 - (3,631 + 0,066X_1)}{0,2193} \right] - \\ &\Phi \left[\frac{2,75 - (3,631 + 0,066X_1)}{0,2193} \right] \\ \hat{P}(Y = 2) &= \Phi \left[\frac{3,7 - (3,631 + 0,066X_1)}{0,2193} \right] - \\ &\Phi \left[\frac{3,5 - (3,631 + 0,066X_1)}{0,2193} \right] \\ \hat{P}(Y = 3) &= 1 - \Phi \left[\frac{3,7 - (3,631 + 0,066X_1)}{0,2193} \right]\end{aligned}$$

Hipotesis :

$H_0 : \beta_1 = 0$ (tidak ada pengaruh antara variabel IPK terhadap probabilitas lulusan FMIPA Unmul per Tahun 2014 memperoleh predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan dan dengan pujian).

$H_1 : \beta_1 \neq 0$ (ada pengaruh signifikan antara variabel IPK terhadap probabilitas lulusan FMIPA Unmul per Tahun 2014 memperoleh predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan, dengan pujian).

Taraf Signifikan :

$\alpha = 5\%$

Statistik Uji :

$$Z = \frac{\hat{\beta}_1}{SE(\hat{\beta}_1)} = 6,001$$

Tabel 3 Hasil Pengujian Secara Parsial (X_1)

Variabel	Koefisien	Standar Error
Konstanta	3,631	0,548
IPK	0,066	0,011

Menggunakan program Eviews diperoleh $Z = 6,001$

Keputusan :

Nilai statistik uji $Z(6,001) < Z_{\alpha/2}(1,96)$ maka H_0 ditolak.

Kesimpulan :

Berarti ada pengaruh signifikan antara variabel IPK terhadap probabilitas lulusan FMIPA Unmul Tahun 2014 memperoleh predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan dan dengan pujian.

2. Model regresi probit ordinal secara parsial, dimana variabel bebasnya lama studi (X_2) :

$$\begin{aligned}\hat{P}(Y = 0) &= \Phi \left[\frac{2,75 - (4,807 + 0,01X_2)}{0,217} \right] \\ \hat{P}(Y = 1) &= \Phi \left[\frac{3,5 - (4,807 + 0,01X_2)}{0,217} \right] - \\ &\Phi \left[\frac{2,75 - (4,807 + 0,01X_2)}{0,217} \right] \\ \hat{P}(Y = 2) &= \Phi \left[\frac{3,7 - (4,807 + 0,01X_2)}{0,217} \right] - \\ &\Phi \left[\frac{3,5 - (4,807 + 0,01X_2)}{0,217} \right] \\ \hat{P}(Y = 3) &= 1 - \Phi \left[\frac{3,7 - (4,807 + 0,01X_2)}{0,217} \right]\end{aligned}$$

Hipotesis :

$H_0 : \beta_2 = 0$ (tidak ada pengaruh antara variabel lama studi terhadap probabilitas lulusan FMIPA Unmul Tahun 2014 memperoleh predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan dan dengan pujian).

$H_1 : \beta_2 \neq 0$ (ada pengaruh signifikan antara variabel lama studi terhadap probabilitas lulusan FMIPA Unmul Tahun 2014 memperoleh predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan, dengan pujian).

Statistik Uji :

$$Z = \frac{\hat{\beta}_2}{SE(\hat{\beta}_2)} = 5,94$$

Tabel 4 Hasil Pengujian Secara Parsial (X_2)

Variabel	Koefisien	Standar Error
Konstanta	4,807	0,744
Lama Studi	0,010	0,001

ISBN: 978-602-72658-1-3

Menggunakan program Eviews diperoleh
 $Z = 5,94$

Keputusan :

Nilai statistika uji $Z (5,94) < Z_{0,05/2} (1,96)$
maka H_0 ditolak.

Kesimpulan :

Berarti ada pengaruh signifikan antara variabel lama studi terhadap probabilitas lulusan FMIPA Unmul Tahun 2014 memperoleh predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan dan dengan pujian.

3. Model regresi probit ordinal secara parsial ,dimana variabel bebasnya usia (X_3) :

$$\hat{P}(Y = 0) = \Phi \left[\frac{2,75 - (-5,961 - 0,291 X_3)}{0,153} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 1) = \Phi \left[\frac{3,5 - (-5,961 - 0,291 X_3)}{0,153} \right] -$$

$$\Phi \left[\frac{2,75 - (-5,961 - 0,291 X_3)}{0,153} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 2) = \Phi \left[\frac{3,7 - (-5,961 - 0,291 X_3)}{0,153} \right] -$$

$$\Phi \left[\frac{3,5 - (-5,961 - 0,291 X_3)}{0,153} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 3) = 1 - \Phi \left[\frac{3,7 - (-5,961 - 0,291 X_3)}{0,153} \right]$$

Hipotesis :

$H_0 : \beta_3 = 0$ (tidak ada pengaruh antara variabel usia terhadap probabilitas lulusan FMIPA Unmul Tahun 2014 memperoleh predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan dan dengan pujian).

$H_1 : \beta_3 \neq 0$ (ada pengaruh signifikan antara variabel usia terhadap probabilitas lulusan FMIPA Unmul Tahun 2014 memperoleh predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan, dengan pujian).

Statistik Uji :

$$Z = \frac{\hat{\beta}_3}{SE(\hat{\beta}_3)} = -7,250$$

Tabel 5 Hasil Pengujian Secara Parsial (X_3)

Variabel	Koefisien	Standar Error
Konstanta	-5,961	0,584
Usia	-0,291	0,040

Menggunakan program Eviews diperoleh
 $Z = -7,250$

Keputusan :

Nilai statistika uji $Z (-7,250) < Z_{0,05/2} (1,96)$ maka H_0 diterima.

Kesimpulan :

Berarti tidak ada pengaruh signifikan antara variabel usia terhadap probabilitas lulusan FMIPA Unmul Tahun 2014 memperoleh predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan dan dengan pujian.

4. Model regresi probit ordinal secara parsial ,dimana variabel bebasnya jenis kelamin (X_4) :

$$\hat{P}(Y = 0) = \Phi \left[\frac{2,75 - (-2,622 - 0,015 X_4)}{0,023} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 1) = \Phi \left[\frac{3,5 - (-2,622 - 0,015 X_4)}{0,023} \right] -$$

$$\Phi \left[\frac{2,75 - (-2,622 - 0,015 X_4)}{0,023} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 2) = \Phi \left[\frac{3,7 - (-2,622 - 0,015 X_4)}{0,023} \right] -$$

$$\Phi \left[\frac{3,5 - (-2,622 - 0,015 X_4)}{0,023} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 3) = 1 - \Phi \left[\frac{3,7 - (-2,622 - 0,015 X_4)}{0,023} \right]$$

Hipotesis :

$H_0 : \beta_4 = 0$ (tidak ada pengaruh antara variabel jenis kelamin terhadap probabilitas lulusan FMIPA Unmul Tahun 2014 memperoleh predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan dan dengan pujian).

$H_1 : \beta_4 \neq 0$ (ada pengaruh signifikan antara variabel jenis kelamin terhadap probabilitas lulusan FMIPA Unmul Tahun 2014 memperoleh predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan, dengan pujian).

Statistik Uji :

$$Z = \frac{\hat{\beta}_4}{SE(\hat{\beta}_4)} = -0,610$$

Tabel 6 Hasil Pengujian Secara Parsial (X_4)

Variabel	Koefisien	Standar Error
Konstanta	-2,622	0,634

Jenis Kelamin	-0,015	0,025
---------------	--------	-------

Menggunakan program Eviews diperoleh
 $Z = -0,610$

Keputusan :

Nilai statistika uji $Z (-0,610) < Z_{0,05/2} (1,96)$
 maka H_0 diterima.

Kesimpulan :

Berarti tidak ada pengaruh signifikan
 antara variabel jenis kelamin terhadap
 probabilitas lulusan FMIPA Unmul Tahun
 2014 memperoleh predikat cukup,
 memuaskan, sangat memuaskan dan
 dengan pujian.

Pengukuran Multikolinieritas

Statistik Uji :

$$VIF = \frac{1}{1-R_j^2}, \text{ untuk } j = 1,2,3$$

Dengan menggunakan Eviews diperoleh nilai
 VIF untuk masing-masing variabel IPK, lama
 studi, usia, dan jenis kelamin adalah (1,450),
 (1,666), (1,196) dan (1,117).

- H_0 diterima : jika $VIF \leq 10$
- H_1 ditolak : jika $VIF > 10$

Diperoleh nilai VIF untuk variabel IPK, lama
 studi, usia, dan jenis kelamin lulusan FMIPA
 Unmul Tahun 2014 adalah sebesar $VIF \leq 10$,
 sehingga tidak terjadi multikolinieritas antar
 variabel bebas.

Efek Marginal

Untuk mengetahui besarnya pengaruh
 dari variabel IPK dan Lama studi terhadap
 probabilitas lulusan FMIPA Unmul tahun
 2014 memperoleh predikat cukup,
 memuaskan, sangat memuaskan dan
 dengan pujian adalah dengan menghitung
 efek marginal.

1. Untuk menginterpretasikan model regresi
 probit ordinal digunakan Efek Marginal IPK
 (X_1)

$$\frac{\partial P(Y=0)}{\partial X_1} = -\frac{\beta_1}{\sigma} \phi \left[\frac{\gamma_1 - \beta^T x}{\sigma} \right] \tag{10}$$

$$= -0,0305 \phi \left[\frac{2,75 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right]$$

$$\frac{\partial P(Y=1)}{\partial X_1} = \frac{\beta_1}{\sigma} \left\{ \phi \left[\frac{\gamma_1 - \beta^T x}{\sigma} \right] - \phi \left[\frac{\gamma_2 - \beta^T x}{\sigma} \right] \right\}$$

$$= -0,0305 \left\{ \phi \left[\frac{3,5 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right] - \phi \left[\frac{2,75 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right] \right\} \tag{11}$$

$$= -0,0305 \left\{ \phi \left[\frac{3,7 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right] - \phi \left[\frac{3,5 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right] \right\}$$

$$\frac{\partial P(Y=3)}{\partial X_1} = -\frac{\beta_1}{\sigma} \phi \left[\frac{\gamma_3 - \beta^T x}{\sigma} \right] \tag{12}$$

$$= -0,0305 \phi \left[\frac{3,7 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right]$$

2. Untuk menginterpretasikan model regresi
 probit ordinal digunakan Efek Marginal
 Lama Studi (X_2)

$$\frac{\partial P(Y=0)}{\partial X_2} = -\frac{\beta_2}{\sigma} \phi \left[\frac{\gamma_1 - \beta^T x}{\sigma} \right] \tag{13}$$

$$= -0,2117 \phi \left[\frac{2,75 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right]$$

$$\frac{\partial P(Y=1)}{\partial X_2} = \frac{\beta_2}{\sigma} \left\{ \phi \left[\frac{\gamma_1 - \beta^T x}{\sigma} \right] - \phi \left[\frac{\gamma_2 - \beta^T x}{\sigma} \right] \right\} \tag{14}$$

$$= -0,2117 \left\{ \phi \left[\frac{3,5 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right] - \phi \left[\frac{2,75 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right] \right\}$$

$$\frac{\partial P(Y=2)}{\partial X_2} = \frac{\beta_2}{\sigma} \left\{ \phi \left[\frac{\gamma_2 - \beta^T x}{\sigma} \right] - \phi \left[\frac{\gamma_3 - \beta^T x}{\sigma} \right] \right\} \tag{15}$$

$$= -0,2117 \left\{ \phi \left[\frac{3,7 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right] - \phi \left[\frac{3,5 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right] \right\}$$

$$\frac{\partial P(Y=3)}{\partial X_2} = -\frac{\beta_2}{\sigma} \phi \left[\frac{\gamma_3 - \beta^T x}{\sigma} \right] \tag{16}$$

$$= -0,2117 \phi \left[\frac{3,7 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right]$$

Diperoleh nilai efek marginal dari IPK
 terhadap predikat kelulusan lulusan FMIPA
 Unmul Tahun 2014 seperti yang terdapat
 pada Lampiran. Misalnya untuk lulusan ke-1,
 nilai efek marginal IPK terhadap probabilitas
 lulusan FMIPA Unmul Tahun 2014
 memperoleh predikat cukup, memuaskan,
 sangat memuaskan dan dengan pujian
 berturut-turut adalah sebesar -0,03; -
 0,00001; -0,00007; -0,00001. Terlihat bahwa

ISBN: 978-602-72658-1-3

nilai efek marginal terbesar adalah untuk kategori IPK cukup dengan nilai -0,03. Hal ini menunjukkan bahwa skor IPK berpengaruh terhadap probabilitas lulusan ke-1 memperoleh IPK cukup.

Kesimpulan

- a. Model regresi probit ordinal untuk kasus penentuan predikat kelulusan mahasiswa FMIPA Universitas Mulawarman Tahun 2014 adalah

$$\hat{P}(Y = 0) = \Phi \left[\frac{2,75 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 1) = \Phi \left[\frac{3,5 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right] - \Phi \left[\frac{2,75 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 2) = \Phi \left[\frac{3,7 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right] - \Phi \left[\frac{3,5 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 3) = 1 - \Phi \left[\frac{3,7 - (2,232 + 0,006X_1 + 0,044X_2 + 0,005X_3 - 0,556X_4)}{0,2078} \right]$$

Untuk variabel IPK (X_1):

$$\hat{P}(Y = 0) = \Phi \left[\frac{2,75 - (3,631 + 0,066X_1)}{0,2193} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 1) = \Phi \left[\frac{3,5 - (3,631 + 0,066X_1)}{0,2193} \right] - \Phi \left[\frac{2,75 - (3,631 + 0,066X_1)}{0,2193} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 2) = \Phi \left[\frac{3,7 - (3,631 + 0,066X_1)}{0,2193} \right] - \Phi \left[\frac{3,5 - (3,631 + 0,066X_1)}{0,2193} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 3) = 1 - \Phi \left[\frac{3,7 - (3,631 + 0,066X_1)}{0,2193} \right]$$

Untuk variabel lama studi (X_2):

$$\hat{P}(Y = 0) = \Phi \left[\frac{2,75 - (4,807 + 0,01X_2)}{0,217} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 1) = \Phi \left[\frac{3,5 - (4,807 + 0,01X_2)}{0,217} \right] - \Phi \left[\frac{2,75 - (4,807 + 0,01X_2)}{0,217} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 2) = \Phi \left[\frac{3,7 - (4,807 + 0,01X_2)}{0,217} \right] - \Phi \left[\frac{3,5 - (4,807 + 0,01X_2)}{0,217} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 3) = 1 - \Phi \left[\frac{3,7 - (4,807 + 0,01X_2)}{0,217} \right]$$

Untuk variabel usia (X_3):

$$\hat{P}(Y = 0) = \Phi \left[\frac{2,75 - (-5,961 - 0,291X_3)}{0,153} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 1) = \Phi \left[\frac{3,5 - (-5,961 - 0,291X_3)}{0,153} \right] - \Phi \left[\frac{2,75 - (-5,961 - 0,291X_3)}{0,153} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 2) = \Phi \left[\frac{3,7 - (-5,961 - 0,291X_3)}{0,153} \right] - \Phi \left[\frac{3,5 - (-5,961 - 0,291X_3)}{0,153} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 3) = 1 - \Phi \left[\frac{3,7 - (-5,961 - 0,291X_3)}{0,153} \right]$$

Untuk variabel jenis kelamin (X_4):

$$\hat{P}(Y = 0) = \Phi \left[\frac{2,75 - (-2,622 - 0,015X_4)}{0,023} \right]$$

$$\hat{P}(Y = 1) = \Phi \left[\frac{3,5 - (-2,622 - 0,015X_4)}{0,023} \right] - \Phi \left[\frac{2,75 - (-2,622 - 0,015X_4)}{0,023} \right]$$

$$\begin{aligned} \hat{P}(Y = 2) &= \Phi \left[\frac{3,7 - (-2,622 - 0,015 X_4)}{0,023} \right] - \\ &\Phi \left[\frac{3,5 - (-2,622 - 0,015 X_4)}{0,023} \right] \\ \hat{P}(Y = 3) \\ &= \\ &1 - \\ &\Phi \left[\frac{3,7 - (-2,622 - 0,015 X_4)}{0,023} \right] \end{aligned}$$

2. Karena nilai statistik uji G^2 (85,36) $> \chi^2_{0,05,4}$ (9,49) maka H_0 ditolak. Ada pengaruh signifikan antara variabel IPK, lama studi, usia, dan jenis kelamin secara serentak terhadap probabilitas lulusan FMIPA Unmul Tahun 2014 memperoleh predikat cukup, memuaskan, sangat memuaskan dan dengan pujian.

Saran

Pemodelan regresi probit ordinal untuk kasus predikat kelulusan FMIPA Unmul Tahun 2014 masih perlu dilakukan dan untuk peneliti selanjutnya dapat menggunakan variabel bebas yang semuanya merupakan variabel diskrit (kategori) berskala nominal atau ordinal atau variabel bebasnya merupakan campuran antara variabel kontinu dan variabel diskrit (berskala nominal atau ordinal).

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman

atas kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian. Selanjutnya, penulis berterima kasih pada Laboratorium Statistika Ekonomi dan Bisnis FMIPA UNMUL. Demikian pula, penulis berterima kasih kepada seluruh Civitas Akademika FMIPA UNMUL atas diskusi dan bimbingannya yang bermanfaat.

Daftar Pustaka

- [1] Winarno, Wing Wahyu. 2009. *Analisis Ekonometrika dan Statistik dengan Eviews*, Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- [2] Finney, D.J. 1971, *Probit Analysis*, Third Edition, Cambridge University Press.
- [3] Aitchison, J. dan S.D. Silvey 1957, "The Generalization of Probit Analysis to
- [4] Baihaqi, A. 2002, "Analisis Hubungan Antara Tes Potensial Akademik (TPA) dengan Indeks Prestasi (IP) Mahasiswa Pascasarjana ITS (Suatu Pendekatan dengan Analisis Korelasi Kanonik dan Seemingly Unrelated Regression)", Tugas Akhir, Jurusan Statistika, FMIPA ITS, Surabaya.
- [5] Bekiyanto, M. 2002, "Studi Tentang Karakteristik dan Indeks Prestasi Mahasiswa Pascasarjana ITS Surabaya dengan Regresi Logistik Ordinal", Tugas Akhir, Jurusan Statistika, FMIPA ITS, Surabaya.
- [6] Fathurahman, M. 2008. "Pemodelan Regresi Probit Ordinal (Kasus Indeks Prestasi Kumulatif Lulusan Magister Program Pasca Sarjana ITS Surabaya)". Thesis, Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.