

MODEL REGRESI PROBIT UNTUK MENGETAHUI FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JUMLAH PENDERITA DIARE DI JAWA TIMUR

Evy Wulandari¹, Drs. Hery Tri Sutanto, M.Si.¹

¹ Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
Jalan Ketintang, Surabaya
email : ephiy_wou@yahoo.com¹, herytrisutanto@gmail.com¹

ABSTRAK

Model probit merupakan model non linier yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara satu variabel dependen dengan beberapa variabel independen, dengan variabel dependennya berupa data kualitatif dikotomi yaitu bernilai 0 dan 1. Penelitian ini mengkaji tentang model regresi probit untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita diare di Jawa Timur. Untuk estimasi parameter digunakan metode Maksimum Likelihood yang kemudian dilanjutkan dengan metode Newton Raphson. Dan untuk pengujian parameter secara parsial digunakan uji Wald dan secara serentak digunakan uji *likelihood ratio test*. Dengan model probit diperoleh variabel-variabel yang signifikan mempengaruhi jumlah penderita diare di Jawa Timur adalah sumber air minum (x_1), jarak mata air ke tempat penampungan tinja terdekat (x_2), penggunaan fasilitas tempat buang air besar (x_4) dan jenis kloset (x_5).

Kata Kunci : Probit, Maksimum Likelihood, Newton Raphson, Diare.

PENDAHULUAN

Pada saat ini penyakit diare merupakan salah satu penyebab utama kesakitan dan kematian hampir di seluruh dunia terutama di negara berkembang. Besarnya masalah tersebut terlihat dari tingginya angka kesakitan dan kematian akibat diare. Di Indonesia, penyakit diare merupakan salah satu masalah pokok kesehatan masyarakat. Angka kesakitan diare di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat. Direktorat Jendral Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan (2008) mengungkapkan bahwa pada tahun 2007 jumlah penderita diare sebesar 3.659 kasus dengan kematian 69 orang. Tahun 2008 jumlah penderita diare meningkat menjadi 8.443 kasus dengan kematian 184 orang.

Penyakit diare merupakan salah satu penyakit yang berbasis pada lingkungan. Diare lebih sering muncul pada daerah yang kekurangan air untuk minum, masak dan mencuci. Jadi faktor lingkungan merupakan faktor eksternal yang mempengaruhi siklus kejadian diare dan mempunyai pola yang dapat dikendalikan di masyarakat. Faktor-faktor tersebut diantaranya adalah sumber air minum, jarak mata air ke tempat penampungan tinja terdekat, penggunaan fasilitas air minum, penggunaan fasilitas tempat buang air besar, jenis kloset dan tempat pembuangan akhir tinja. Faktor-faktor tersebut akan berinteraksi bersama dengan perilaku manusia. Apabila faktor lingkungan tidak sehat karena tercemar ku man diare serta berakumulasi dengan perilaku manusia yang tidak sehat pula, maka penularan diare dengan mudah dapat terjadi (Depkes, 2005). Diare dapat berakibat fatal apabila tidak ditangani secara serius.

Jumlah penderita diare di Propinsi Jawa Timur juga cukup tinggi. Selama tahun 2006 sebesar 565.929 orang dan pada tahun 2007 sebesar 578.248 orang. sedangkan pada tahun 2008 jumlah penderita diare di Propinsi Jawa Timur sebesar 552.713 orang. Pada tahun 2009 jumlah penderita diare di Propinsi Jawa Timur menurun menjadi 518.279 orang.

Model regresi merupakan analisis data yang menggambarkan hubungan antara variabel respon dengan satu atau beberapa variabel bebas. Pada umumnya analisis regresi digunakan untuk menganalisis data dengan variabel respon berupa data kuantitatif. Akan tetapi dalam kehidupan sehari-hari sering ditemui kasus dengan variabel responnya berupa variabel kualitatif atau variabel dummy dengan mengambil dua atau lebih nilai – nilai yang mungkin, seperti keputusan memilih “ya” atau “tidak”.

Untuk menyelesaikan kasus ini dapat digunakan model logit dan model probit. Model logit menggunakan fungsi distribusi kumulatif (CDF) dari distribusi logistik, sedangkan model probit menggunakan fungsi distribusi kumulatif

(CDF) dari distribusi normal. Model probit merupakan model non linier yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara satu variabel dependen dengan beberapa variabel independen, dengan variabel dependennya berupa data kualitatif dikotomi yaitu bernilai 1 untuk menyatakan keberadaan sebuah karakteristik dan bernilai 0 untuk menyatakan ketidakterdapatnya sebuah karakteristik.

Dalam penelitian ini akan dibahas mengenai model regresi probit untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita diare di Jawa Timur dengan variabel dependennya (y) adanya penyakit diare atau tidak dan variabel independennya (x) adalah sumber air minum (x_1), jarak mata air ke tempat penampungan tinja terdekat (x_2), penggunaan fasilitas air minum (x_3), penggunaan fasilitas tempat buang air besar (x_4), jenis kloset (x_5) dan tempat pembuangan akhir tinja (x_6).

KAJIAN TEORI

Regresi Probit

Analisis regresi probit adalah analisis yang digunakan untuk melihat hubungan antara variabel dependen yang bersifat kategori (kualitatif) dan variabel-variabel independen yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Model probit menggunakan *Normal Cumulative Distribution Function (CDF)* untuk menjelaskan fungsi persamaannya. Model regresi probit dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_i X_i + \varepsilon \quad (1)$$

dimana Y adalah variabel dependen berdistribusi normal, β_0 adalah parameter intersep yang tidak diketahui, $\beta_i = (\beta_1 \beta_2 \dots \beta_p)$ adalah parameter koefisien, $X_i = (X_1 X_2 \dots X_p)$ adalah variabel independen dan ε adalah error yang diasumsikan berdistribusi normal dengan mean nol dan varians σ^2 .

Estimasi Parameter Regresi Probit dengan Metode Maximum Likelihood (MLE)

Metode maksimum likelihood merupakan salah satu metode penaksiran parameter yang dapat digunakan untuk menaksir parameter suatu model yang diketahui distribusinya. Metode maksimum likelihood merupakan metode yang memaksimalkan fungsi likelihood. Hasil penaksiran parameter model probit dengan

menggunakan metode maksimum likelihood dapat diperoleh dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan n sampel random.
2. Membentuk fungsi *likelihood* dari n sampel random karena pada dasarnya metode maksimum likelihood memberikan dugaan β dengan memaksimalkan suatu fungsi likelihood. Fungsi likelihoodnya adalah

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^n p_i^{y_i} (1 - p_i)^{1-y_i} \\ = \prod_{i=1}^n [\Phi(\beta_0 + \beta_i X_i)]^{y_i} [1 - \Phi(\beta_0 + \beta_i X_i)]^{1-y_i} \quad (2)$$

3. Melakukan transformasi \ln terhadap fungsi likelihood karena secara matematis akan lebih mudah memaksimalkan $L(\beta)$ dengan transformasi \ln .

$$\ln L(\beta) = \ell(\beta) = \sum_{i=1}^n y_i \ln \left[\frac{\Phi(\beta_0 + \beta_i X_i)}{[1 - \Phi(\beta_0 + \beta_i X_i)]} \right] + \sum_{i=1}^n \ln [1 - \Phi(\beta_0 + \beta_i X_i)] \quad (3)$$

4. Mendapatkan penaksir untuk β dengan memaksimalkan \ln fungsi likelihood, yaitu dengan menderivatiskan \ln fungsi *likelihood* terhadap parameter β kemudian menyamakannya dengan nol, yaitu:

$$\frac{\partial \ell(\beta)}{\partial \beta_0} = \sum_{i=1}^n y_i \frac{[\Phi(\beta_0 + \beta_i X_i)]}{[1 - \Phi(\beta_0 + \beta_i X_i)][\Phi(\beta_0 + \beta_i X_i)]} \\ = 0 \quad (4)$$

Sedangkan untuk parameter koefisien β_i sebagai berikut:

$$\frac{\partial \ell(\beta)}{\partial \beta_i} = \sum_{i=1}^n y_i \frac{X_i [\Phi(\beta_0 + \beta_i X_i)]}{[1 - \Phi(\beta_0 + \beta_i X_i)][\Phi(\beta_0 + \beta_i X_i)]} \\ = 0 \quad (5)$$

Berdasarkan hasil penaksiran untuk parameter β dengan metode maksimum likelihood di atas, ternyata diperoleh fungsi yang implisit. Akibatnya penaksir bagi β tidak bisa langsung diperoleh dan untuk mendapatkan penaksir maksimum likelihood bagi β untuk fungsi yang implisit digunakan metode Newton-Raphson dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai awal $\beta^{(0)}$
2. Menghitung $\mathbf{g}^{(0)}$ dan $\mathbf{H}^{(0)}$ yang besarnya tergantung pada $\beta^{(0)}$
3. Mulai dari $t=0$, lakukan iterasi: $\beta^{(t+1)} = \beta^{(t)} - [\mathbf{H}^{(t)}]^{-1} \mathbf{g}^{(t)}$

4. Jika sudah konvergen atau $\|\beta^{(t+1)} - \beta^{(t)}\| \leq \epsilon$, maka proses iterasi berhenti, jika tidak, maka teruskan ke $t = t+1$, hitung $g^{(t)}$ dan $H^{(t)}$, kemudian kembali ke langkah (3).

Pengujian Parameter

Pengujian statistik dilakukan untuk menentukan apakah variabel-variabel independen yang terdapat dalam model tersebut memiliki hubungan yang nyata (signifikan) dengan variabel dependennya. Pengujian ini dilakukan dalam bentuk-bentuk berikut ini:

a. Uji Parsial

Uji parsial dilakukan untuk menguji keberartian koefisien β secara parsial dengan membandingkan dugaan β dengan penduga standar errornya.

Dengan hipotesis:

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 ; j=1,2,\dots,p$$

dengan statistik uji-*Wald*:

$$W = \frac{\hat{\beta}_j^2}{sE(\hat{\beta}_j)^2} \quad (6)$$

Statistik uji W mengikuti distribusi normal standart, maka pengujian dilakukan dengan membandingkan antara statistik uji Wald dengan distribusi normal standart pada taraf signifikan α . H_0 ditolak jika nilai $|W| > Z_{\alpha/2}$ atau $p\text{-value} < \alpha$.

b. Uji Serentak

Uji serentak dilakukan untuk memeriksa keberartian koefisien β secara keseluruhan atau serentak. Hipotesa pengujiannya adalah:

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

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

Statistik uji yang dilakukan adalah statistik uji G^2 atau *likelihood ratio test*, yaitu:

$$G^2 = -2 \ln \left[\frac{\left(\frac{n_1}{n}\right)^{n_1} \left(\frac{n_0}{n}\right)^{n_0}}{\sum_{i=1}^p \hat{\pi}_i^{y_i} (1-\hat{\pi}_i)^{(1-y_i)}} \right] \quad (7)$$

dengan:

n_1 = banyaknya observasi yang bernilai $y=1$

n_0 = banyaknya observasi yang bernilai $y=0$

$$n = n_1 + n_0$$

Statistik uji G^2 mengikuti distribusi χ^2 , maka pengujian dilakukan dengan membandingkan antara nilai statistik uji G dan nilai table χ^2 dengan derajat bebas ν (banyaknya parameter) pada taraf signifikan α . H_0 ditolak jika nilai $G^2 > \chi^2(\nu, \alpha)$ atau $p\text{-value} < \alpha$.

Diare

Diare atau mencret adalah buang air besar yang lebih sering (lebih dari 3 kali sehari) dan tinja yang dikeluarkan lebih lunak dari biasanya. Orang yang mengalami diare akan kehilangan cairan tubuh sehingga menyebabkan dehidrasi tubuh. Hal ini membuat tubuh tidak dapat berfungsi dengan baik dan dapat membahayakan jiwa, khususnya pada anak dan orang dewasa.

Hal ini terjadi ketika cairan yang tidak mencukupi diserap oleh usus besar. Karena masukan cairan, makanan tercampur dengan sejumlah besar air. Oleh karena itu makanan yang dicerna terdiri dari cairan sebelum mencapai usus besar. Usus besar menyerap air, meninggalkan material yang lain sebagai kotoran yang setengah padat. Bila usus besar rusak/radang, penyerapan tidak terjadi dan hasilnya adalah kotoran yang berair. Gejala yang biasanya ditemukan adalah buang air besar terus menerus disertai mual dan muntah. Tetapi gejala lainnya yang dapat timbul antara lain pegal pada punggung dan perut berbunyi.

METODOLOGI PENELITIAN

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) tentang hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) tahun 2009 propinsi Jawa Timur. Berupa data tentang penderita diare tiap kabupaten. Serta data tentang sumber air minum, jarak mata air ke tempat penampungan tinja terdekat, penggunaan fasilitas air minum, penggunaan fasilitas tempat buang air besar, jenis kloset dan tempat pembuangan akhir tinja. Jumlah sampel yang diambil sebesar 37.000 orang yang tersebar di semua kabupaten/kota di Jawa Timur, yaitu 38 kabupaten/kota. Data tersebut akan diolah dengan software SPSS 16.0.

Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat satu variabel dependen dan enam variabel independen.

- Variabel dependen (y) : adalah penyakit diare. Respon 0 menyatakan seseorang yang menderita diare dan respon 1 apabila seseorang tidak menderita diare.
- Variabel independen:
 - Variabel x_1 adalah sumber air minum (0 : tidak terlindung; 1 : terlindung)
 - Variabel x_2 adalah jarak mata air ke tempat penampungan tinja terdekat (0 : jarak yang

- kurang dari atau sama dengan 10 meter; 1 : jarak yang lebih dari 10 meter)
- Variabel x_3 adalah penggunaan fasilitas air minum (0 : bersama; 1 : sendiri)
 - Variabel x_4 adalah penggunaan fasilitas tempat buang air besar (0 : bersama; 1 : sendiri)
 - Variabel x_5 adalah jenis kloset (0 : tidak baik; 1: baik)
 - Variabel x_6 adalah tempat pembuangan akhir tinja (0: tangki; 1: bukan tangki)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada langkah awal dilakukan analisis deskriptif untuk mengetahui karakteristik masyarakat di Jawa Timur yang merupakan responden dalam. Kondisi kesehatan masyarakat di Jawa Timur terbagi menjadi dua kategori, yaitu diare dan tidak diare. Persentase masyarakat di Jawa Timur yang menderita diare sebesar 2,24 persen atau sebanyak 829 orang, sedangkan persentase masyarakat di Jawa Timur yang tidak menderita diare sebesar 97,76 persen atau sebanyak 36.171 orang.

Sebelum dilakukan analisis regresi probit untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat penderita diare, dilakukan uji independensi untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara variabel respon x_1 (sumber air minum), x_2 (jarak mata air ke tempat penampungan tinja terdekat), x_3 (penggunaan fasilitas air minum), x_4 (penggunaan fasilitas tempat buang air besar), x_5 (jenis kloset) dan x_6 (tempat pembuangan akhir tinja) dengan variabel bebas yang bersifat kategorikal.

Tabel 1. Hasil Pengujian Independensi Variabel Respon Dengan Variabel Bebas

Variabel bebas	χ^2 Hitung	χ^2 Tabel	df	Keputusan
x_1	3.302	3,841	1	Tolak H_0
x_2	792	3,841	1	Tolak H_0
x_3	2,085	3,841	1	Terima H_0
x_4	747	3,841	1	Tolak H_0
x_5	819	3,841	1	Tolak H_0
x_6	1,918	3,841	1	Terima H_0

* signifikan pada $\alpha = 5\%$

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa variabel bebas yang signifikan berpengaruh terhadap variabel respon adalah x_1 (sumber air minum), x_2 (jarak mata air ke tempat penampungan tinja terdekat), x_4 (penggunaan fasilitas tempat

buang air besar) dan x_5 (jenis kloset). Analisis selanjutnya adalah analisis regresi probit biner.

Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi penderita diare dan seberapa besar pengaruh yang diberikan oleh setiap faktor dalam menentukan peluang untuk menderita penyakit diare, digunakan analisis regresi probit.

Analisis Regresi Probit Tunggal

Analisis regresi probit tunggal bertujuan untuk melihat pengaruh masing-masing variabel bebas secara individu terhadap variabel respon yang dilakukan dengan cara memodelkan secara individu.

Tabel 2. Hasil Analisis Regresi Probit Tunggal yang Signifikan

Parameter	Estimate	SE	Wald	Sig.
x_1	1,424	0,036	1.608	0,000
x_2	0,925	0,037	624,312	0,000
x_4	0,854	0,035	610,011	0,000
x_5	0,984	0,040	590,151	0,000

Berdasarkan hasil analisis regresi probit tunggal yang ditunjukkan pada tabel 2 dapat diketahui bahwa semua model yang dihasilkan oleh setiap variabel independennya telah signifikan mempengaruhi penderita diare sehingga semua variabel independen, yaitu x_1 , x_2 , x_4 dan x_5 . Analisis selanjutnya adalah analisis regresi probit berganda. Pada analisis berganda, semua variabel independen yang berpengaruh signifikan terhadap penderita diare dimasukkan dalam satu model.

Analisis Regresi Probit Berganda

Analisis regresi probit berganda digunakan untuk mendapatkan model yang paling tepat dari kumpulan variabel bebas yang dianggap berpengaruh terhadap variabel respon. Pada analisis ini akan dilakukan pengujian secara serentak dan parsial.

a. Pengujian Serentak

Statistik uji

$$G^2 = -2 \ln \left[\frac{\binom{n_1}{n}^{n_1} \binom{n_0}{n}^{n_0}}{\sum_{i=1}^n \hat{\pi}_i^{y_i} (1 - \hat{\pi}_i)^{(1-y_i)}} \right] = 2.341,466$$

Dengan menggunakan $\alpha = 5\%$ didapat nilai statistik uji G^2 , yaitu sebesar 2.341,466. Nilai statistik uji G^2 tersebut lebih besar dari nilai $\chi^2(0,05;3)$, yaitu sebesar 7,81. Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk model penuh ternyata tolak H_0 yang berarti model telah signifikan atau secara keseluruhan

variabel independen telah mempengaruhi variabel dependen.

b. Pengujian Parsial

Statistik uji

$$W = \frac{\hat{\beta}_j^2}{SE(\hat{\beta}_j)^2}$$

H_0 ditolak apabila nilai $|W| > Z_{(1-\alpha)/2} = Z_{0,475} = 1,96$ atau bisa juga dilihat dari nilai $p\text{-value} < \alpha = 0,05$.

Tabel 3. Hasil Analisis Regresi Probit Berganda yang Signifikan

Parameter	Estimate	SE	Wald	Sig.
x_1	1,508	0,054	778,604	0,000
x_2	1,036	0,059	309,906	0,000
x_4	0,800	0,052	240,984	0,000
x_5	1,133	0,053	458,892	0,000

Berdasarkan pengujian estimasi pada tabel 3 dapat diketahui bahwa semua variabel independen, yaitu x_1 , x_2 , x_4 dan x_5 memiliki pengaruh secara individu signifikan terhadap variabel dependen penderita diare pada taraf signifikansi 5%.

Dari tabel di atas diketahui nilai koefisien parameter untuk tiap variabel sehingga diperoleh model regresi probit terbaik untuk faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat penderita diare di Jawa Timur dengan persamaan sebagai berikut:

$$\hat{y} = 0,403 + 1,5086x_1 + 1,036x_2 + 0,800x_4 + 1,133x_5$$

Dari model regresi di atas dapat diartikan bahwa setiap peningkatan nilai x_1 (Sumber Air Minum) akan memberikan pengaruh positif pada tingkat penderita diare di Jawa Timur. Ini berlaku juga untuk x_2 (Jarak Mata Air ke Tempat Penampungan Tinja Terdekat), x_4 (Penggunaan Fasilitas Tempat Buang Air Besar) dan x_5 (jenis kloset). Jadi dari model regresi di atas dapat diketahui bahwa semua variabel bebas memberikan pengaruh positif dan signifikan pada tingkat penderita diare di Jawa Timur.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengujian independensi terdapat hubungan yang nyata (signifikan) antara variabel independen x_1 (sumber air minum), x_2 (jarak mata air ke tempat penampungan tinja terdekat), x_4 (penggunaan fasilitas tempat buang air besar), x_5 (tempat penampungan akhir tinja) dengan variabel dependen penderita diare.
2. Berdasarkan analisis regresi probit diperoleh variabel independen yang berpengaruh terhadap

variabel dependen adalah x_1 (sumber air minum), x_2 (jarak mata air ke tempat penampungan tinja terdekat), x_4 (penggunaan fasilitas tempat buang air besar) dan x_5 (jenis kloset) sehingga didapatkan model probit sebagai berikut:

$$\hat{y} = 0,403 + 1,5086x_1 + 1,036x_2 + 0,800x_4 + 1,133x_5$$

DAFTAR PUSTAKA

- [1] _____. Economics 696, Lecture Note 6: Acceptance Sampling, Importance Sampling, and Data Augmentation. Available at: <http://www.docstoc.com/docs/24677633/1-Probit-Model-2-Acceptance-Sampling>. [Tanggal akses: 20 Desember 2010].
- [2] Aldrich, John H dan Nelson, Forrest D. 1984. *Linear Probability, logit and Probit models*. California: SA GE Publications.
- [3] Ang, alfredo dan tang, Wilson. 1975. *Konsep-konsep Probabilitas dalam Perencanaan dan Perancangan Rekayasa*. Jakarta: Erlangga.
- [4] Dorothea, W.A. 2003. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kualitatif dalam Manajemen kualitas)*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- [5] Fathurahman, M dan Puhadi. 2007. *Penaksiran Parameter Model Probit*. Disajikan dalam Prosiding Seminar Nasional Statistika VIII, Jurusan Statistika FMIPA ITS.
- [6] Hosmer, David W dan Lemeshow, Stanley. 1989. *Applied Logistic Regression*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [7] Khisbullah, Nanang. 2009. *Regresi Multinomial Logistik*. Skripsi. Tidak dipublikasikan Surabaya: Jurusan Matematika UNESA.
- [8] Montgomery, D.C. 1990. *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- [9] P oedjiati, Soehermin A. dan Dayaolahwarta. 2010. Perbandingan Ketepatan Model Logit dan Probit Untuk Memprediksi Munculnya

Penyakit Hipertensi pada Karyawan Perusahaan. Disajikan dalam Seminar Nasional Basic Science VII, Universitas Bra Wijaya Malang.

- [10] Purwaningsih, Hidayani. 2009. Analisis Hubungan Antara kondisi Sanitasi, Air Bersih Dan Penderita Diare Di Jawa Timur. Tugas Akhir. Tidak Dipublikasikan Surabaya: Jurusan Statistika ITS.
- [11] Sudjana. 2005. *Metode Statistik*. Bandung: Tarsito.
- [12] Supranto, J. 1987. *Statistik Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.
- [13] Tobias, Justin L. 2009. Ordered Probit. Available at: <http://web.ics.purdue.edu/~jltobias/674/oprobit.pdf>. [Tanggal akses: 20 Desember 2010].
- [14] Walpole, Ronal E dan Myers, Raymond H. 1995. *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Bandung: Penerbit ITB.