

**Analisis Regresi Eksponensial Berganda
(Studi Kasus: Jumlah Kelahiran Bayi di Kalimantan Timur pada Tahun 2013 dan 2014)**

*Double Exponential Regression Analysis
(Case Study: Number of Birth in East Kalimantan in Year 2013 and 2014)*

Ricko Saputra¹, Desi Yuniarti², dan Sri Wahyuningsih³

¹Laboratorium Statistika Komputasi FMIPA Universitas Mulawarman

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

Jl. Barong Tongkok Kampus Gn. Kelua Samarinda-Kalimantan Timur

E-mail: Ricko.rko09@gmail.com¹, desy_yunt@yahoo.com², swahyuningsih@gmail.com³

Abstract

Regression analysis is one of the statistical techniques that is used to modeling the relationship between the dependent variable and independent variables. In general, there are two kinds of regression, linear regression and non-linear regression. Non-linear regression is a method to obtain non-linear models which declared variables. One of the non-linear regression analysis is exponential regression. In a double exponential regression analysis, parameter estimation is done using Ordinary Least Square (OLS). This method is used when the dependent variable is exponentially distributed and a double exponential regression is regression analysis at which the independent variable is serves as a rank or an exponent. The purpose of this research to determine is double exponential regression model of the data on the number of births in East Kalimantan in 2013 through 2014. Based on the results of the study, it is found that the double exponential regression function of the number of births in east Kalimantan in 2013 through 2014, namely $Y_i = 15,13 \cdot e^{0,592X_{i1} - 0,868X_{i2}}$. The factors that influence the number of births in East Kalimantan in 2013 through 2014 are the number of couples of reproductive age and the of the number of new users of family planning (KB).

Keywords: Total birth in East Kalimantan, number of eligible spouse, number of users new KB, Ordinary Least Squares (OLS) double exponential regression.

Pendahuluan

Analisis regresi adalah salah satu dari teknik statistika yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas. Pada analisis regresi variabel dibedakan menjadi dua bagian yaitu variabel bebas (*independent*) dan variabel terikat (*dependent*). Secara umum analisis regresi linier dibagi menjadi dua yaitu analisis regresi linier sederhana dan analisis regresi linier berganda (Pramudjono, 2010).

Dalam analisis regresi juga terdapat regresi linier dan regresi non-linier. Pada regresi non-linier terdapat salah satu metode yaitu regresi eksponensial, dimana merupakan metode yang digunakan untuk memodelkan pertumbuhan populasi makhluk hidup. Regresi eksponensial terbagi menjadi dua yaitu model eksponensial sederhana dan model eksponensial berganda. Model eksponensial berganda merupakan pengembangan dari model regresi eksponensial dimana pada model regresi eksponensial berganda terdapat dua atau lebih variabel bebas (X) terhadap satu variabel terikat (Y) (Nawari, 2010).

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah model regresi yang digunakan yaitu model regresi eksponensial berganda, dengan data jumlah kelahiran bayi di Kalimantan Timur

pada tahun 2013 dan 2014, dengan variabel bebas yaitu jumlah pasangan usia subur dan jumlah pengguna KB baru di Kalimantan Timur.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah yang pertama untuk mengetahui model dari regresi eksponensial berganda untuk data jumlah kelahiran bayi di Kalimantan Timur pada tahun 2013 dan 2014 dan untuk mengetahui apakah jumlah Pasangan Usia Subur dan jumlah pengguna KB baru berpengaruh terhadap jumlah kelahiran bayi di Kalimantan Timur pada tahun 2013 dan 2014.

Analisis Regresi

Dalam ilmu statistika salah satu teknik yang umum digunakan dalam menganalisis hubungan di antara dua atau lebih variabel bebas adalah analisis regresi, karena pada dasarnya perubahan nilai suatu variabel tidak selalu terjadi dengan sendirinya, hal tersebut dapat disebabkan oleh berubahnya variabel lain yang berhubungan dengan variabel tersebut. Istilah regresi yang berarti ramalan atau taksiran pertama kali diperkenalkan oleh *Sir Francis Galton* pada tahun 1877. Dalam analisis regresi dikenal terdapat dua jenis variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Dalam regresi terdapat dua analisis regresi yaitu analisis

regresi linier dan regresi non-linier (Gujarati, 2012).

Analisis Regresi Linier Berganda

Regresi linier berganda adalah regresi dengan dua atau lebih variabel X_1, X_2, \dots, X_k sebagai variabel bebas dan Y sebagai variabel terikat. Analisis regresi linier berganda juga merupakan suatu metode statistika yang umum digunakan untuk meneliti hubungan antara sebuah variabel terikat dengan beberapa variabel bebas (Sunnyoto, 2007).

Bentuk umum persamaan regresi linier berganda dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (1)$$

Dimana :

- Y = Variabel terikat
 - $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ = Variabel bebas
 - ε = Residual, artinya nilai-nilai dari variabel lain yang tidak dimasukkan dalam persamaan. Residual yang diasumsikan $\varepsilon \sim \text{IIDN}(\mu, \sigma^2)$
 - $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ = Nilai koefisien regresi
- (Sembiring, 1995).

Pengujian Signifikansi Parameter

Sebelum menarik kesimpulan dari model regresi maka terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap parameter regresi baik secara simultan (bersama-sama) maupun secara parsial (individu). Hal ini bertujuan untuk mengetahui variabel-variabel bebas yang mempunyai pengaruh maupun tidak terhadap variabel terikat.

Uji Simultan (Uji F)

Uji F ini juga sering disebut sebagai uji simultan, untuk menguji apakah variabel bebas yang digunakan dalam model mampu menjelaskan perubahan nilai variabel terikat atau tidak

Adapun langkah-langkah pengujian simultan adalah sebagai berikut:

Hipotesis

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$ (Secara simultan konstanta dan variabel bebas tidak berpengaruh terhadap variabel terikat).

$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_j \neq 0 \text{ dimana } j = 0, 1, 2, 3, \dots, k$ (Minimal terdapat konstanta atau satu variabel bebas yang berpengaruh terhadap variabel terikat).

Statistik Uji

$$F = \frac{\frac{R^2}{(k-1)}}{\frac{1-R^2}{(n-k)}} \quad (2)$$

dimana:

- F = Nilai F_{hitung}
- R^2 = Koefisien Determinasi

k = Jumlah Variabel Bebas

n = Jumlah Pengamatan (Ukuran Sampel)

Daerah Kritis

Menolak H_0 Jika $F_{hitung} > F_{(\alpha, (k-1), (n-k))}$ atau

menolak H_0 jika $p\text{-value} < \alpha$

Kesimpulan

Jika diketahui H_0 ditolak maka dapat disimpulkan bahwa minimal ada satu variabel bebas yang berpengaruh terhadap variabel terikat begitupun sebaliknya.

(Widarjono, 2007).

Uji Parsial (Uji t)

Uji t pada dasarnya seberapa jauh pengaruh satu variabel bebas secara individual dalam menerangkan variansi variabel tidak bebas.

Hipotesis

$H_0 : \beta_j = 0, j = 0, 1, 2, 3, \dots, k$ (Tidak terdapat pengaruh antara variabel bebas ke j dengan variabel terikat).

$H_1 : \beta_j \neq 0, j = 0, 1, 2, 3, \dots, k$ (Terdapat pengaruh antara variabel bebas ke j dengan variabel terikat).

Statistik uji

$$t_{hit} = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \quad (3)$$

Dimana :

t_{hit} = Statistik uji-t (t-hitung)

$\hat{\beta}_j$ = Koefisien regresi variabel bebas ke- j

$SE(\hat{\beta}_j)$ = Standar residual untuk koefisien regresi ke- j

Daerah Kritis

Menolak H_0 Jika $t_{hitung} > t_{tabel} (\alpha / 2, n-k)$ atau menolak H_0 jika $p\text{-value} < \alpha$

Dengan α adalah taraf signifikansi

(Widarjono, 2007).

Pengujian Asumsi Klasik Model Regresi Linier Berganda

Beberapa penyimpangan-penyimpangan yang sering dilakukan terhadap asumsi-asumsi pada model regresi linier berganda adalah :

Multikolinieritas

Multikolinieritas merupakan keadaan dimana terjadinya hubungan (korelasi) di antara variabel bebas. Menurut Sembiring (1995) hubungan yang sempurna jarang sekali terjadi dan untuk menentukan variabel mana yang menyebabkan terjadinya multikolinieritas dan membutuhkan pengetahuan dalam mengenai permasalahan dari bidang yang diteliti. Pedoman suatu model regresi yang bebas multikolinieritas adalah yang pertama dapat dilihat dari besarnya nilai VIF (*Variance Inflation Factor*) dan besarnya dari nilai

tolerance atau $t = 1/VIF$ (nilai tolerance lebih dari 0,1) dan besaran dari nilai $VIF = 1/t$ (nilai VIF kurang dari 10).

Heteroskedastisitas

Heteroskedastisitas berarti ada varian variabel pada model regresi yang tidak sama (konstan). Sebaliknya, jika varian variabel pada model regresi memiliki nilai yang sama (konstan) maka disebut dengan homoskedastisitas, Gangguan heteroskedastisitas dapat dideteksi dengan melakukan yaitu dengan pendeteksian dengan menggunakan metode White.

Uji heteroskedastisitas dengan metode White ini dilakukan dengan langkah sebagai berikut : Hipotesis dari uji heteroskedastisitas :

H_0 : Tidak terjadi masalah heteroskedastisitas

H_1 : Terjadi masalah heteroskedastisitas

Menarik kesimpulan uji heteroskedastisitas, dengan kriteria Menolak H_0 , jika nilai $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel(\alpha,k)}$ maka terjadi masalah heteroskedastisitas, dan sebaliknya.

(Suliyanto, 2011).

Autokorelasi

Autokorelasi merupakan asumsi residual yang memiliki komponen atau nilai yang berkorelasi berdasarkan waktu (urutan waktu) pada himpunan data itu sendiri. Uji autokorelasi yaitu dengan Durbin Watson (Gujarati, 2004). Hipotesis yang digunakan pada uji autokorelasi adalah :

H_0 : $\rho = 0$ (Tidak terdapat masalah autokorelasi dalam model regresi)

H_1 : $\rho \neq 0$ (Terdapat masalah autokorelasi dalam model regresi)

Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

a. Melakukan regresi dengan OLS dan mendapatkan residual e_i^2 .

b. Menghitung statistik uji DW (Durbin-Watson) Sebagai berikut:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2} \tag{4}$$

dimana :

e_i = nilai residual ($Y_i - \hat{Y}_i$)

e_{i-1} = nilai residual sebelumnya

c. Kriteria penolakan H_0 dapat dilihat pada Tabel 1 (Widarjono, 2007).

Tabel 1. Kriteria Pengujian Autokorelasi dengan Uji Durbin-Watson

Nilai Statistik DW	Hasil
$0 < DW < d_L$	Menolak H_0
$d_L \leq DW \leq d_U$	Daerah Keraguan
$d_U < DW < 4-d_U$	Menerima H_0
$4-d_U \leq DW \leq 4-d_L$	Daerah Keraguan
$4-d_L \leq DW \leq 4$	Menolak H_0

Kenormalan Residual

Uji kenormalan dapat dilakukan dengan uji Jarque-Bera. Uji Jarque-Bera merupakan uji normalitas dengan berdasarkan pada koefisien keruncingan (*kurtosis*) dan koefisien kemiringan (*skewness*). Uji ini dilakukan dengan membandingkan statistik Jarque-Bera (JB) dengan nilai $\chi^2_{tabel(\alpha;n-1)}$. Jika nilai $JB \leq \chi^2_{tabel}$, maka nilai residual terstandarisasi dinyatakan berdistribusi normal.

Dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Residual berdistribusi normal

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal

Untuk menghitung nilai statistik Jarque-Bera (JB) digunakan rumus berikut :

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24} \right] \tag{5}$$

Dimana :

JB = Statistik Uji Jarque-Bera

S = Koefisien Skewness

K = Koefisien Kurtosis

Dimana :

$$S = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right)^{3/2}} \tag{6}$$

$$K = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right)^2} \tag{7}$$

Daerah Kritis

Menolak H_0 jika nilai dari Jarque-Bera (JB) $> \chi^2_{tabel}$ atau nilai dari $p\text{-value} < \alpha$.

(Suliyanto, 2011).

Regresi Non-Linier

Regresi non-linier adalah suatu metode untuk mendapatkan model non-linier yang menyatakan variabel terikat dan variabel bebas. Apabila hubungan fungsi antara variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y) bersifat non-linier, transformasi bentuk nonlinier ke bentuk linier. Untuk mendapatkan linieritas dari hubungan non-linier, dapat dilakukan transformasi pada variabel terikat atau variabel bebas atau keduanya (Sudjana, 2003).

Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial berguna dalam mencari selisih waktu yang terjadi dalam suatu peluang dan pada daerah tertentu. Pada analisis regresi eksponensial data variabel terikat harus berdistribusi eksponensial. Oleh karena itu dapat dilakukan pengujian *Chi-Square* untuk mengetahui apakah data variabel terikat berdistribusi eksponensial atau tidak.

Adapun cara pengujian *Chi-Square* adalah sebagai berikut :

Hipotesis:

H_0 : Data berdistribusi eksponensial

H_1 : Data tidak berdistribusi eksponensial

Statistik Uji

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \tag{8}$$

Dimana :

χ^2 = Uji *Chi-Square*

O_i = frekuensi observasi ke $i, i=1,2,3,\dots,n$

E_i = frekuensi ekspektasi ke- i

(Atmaja, 2009).

Analisis Regresi Eksponensial Berganda

Regresi eksponensial adalah regresi non-linier yang variabel terikatnya berdistribusi eksponensial. Metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter pada model regresi model eksponensial salah satunya adalah metode *Ordinary Last Square*.

Pada analisis regresi eksponensial dapat dikembangkan menjadi analisis regresi non-linier eksponensial berganda dan model yang digunakan yaitu dengan menggunakan dua atau lebih variabel $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ sebagai variabel bebas dan satu variabel Y sebagai variabel terikat.

Adapun bentuk umum persamaan regresi eksponensial berganda sebagai berikut:

$$Y_i = e^{\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki}} \varepsilon_i; i = 1, 2, 3, \dots, n \tag{9}$$

Keterangan:

Y_i = Nilai pengamatan ke- i

$X_{1i}, X_{2i}, X_{3i}, \dots, X_{ki}$ = Nilai peubah X ke-1, 2, 3, ..., k

e = 2,71828

$\beta_{1i}, \beta_{2i}, \beta_{3i}, \dots, \beta_{ki}$ = Parameter

ε_i = Galat atau residual ke- i

(Nawari, 2010).

Transformasi Model Eksponensial Berganda

Untuk mendapatkan linieritas dari hubungan non-linier, dapat melakukan tranformasi dari bentuk non-linier menjadi bentuk linier pada variabel bebas atau variabel terikat atau keduanya (Nawari, 2010).

Sebelum masuk ke pengujian selanjutnya maka kita terlebih dahulu akan melinierkan

model eksponensial berganda pada persamaan (9) untuk mencari model liniernya yaitu dengan menggunakan logaritma natural, sehingga modelnya menjadi :

$$\ln Y_i = \ln(e^{\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki}} \cdot \varepsilon_i)$$

$$\ln Y_i = \ln(e^{\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki}}) + \ln(\varepsilon_i)$$

$$\ln Y_i = (\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki}) \ln e + \ln(\varepsilon_i)$$

$$\ln Y_i = (\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki})(1) + \ln(\varepsilon_i)$$

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \ln \varepsilon_i. \tag{10}$$

Persamaan (10) dapat dituliskan kembali menjadi:

$$Y_i^* = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i^* \tag{11}$$

dengan : $Y_i^* = \ln Y_i, \varepsilon_i^* = \ln \varepsilon_i$

Dari persamaan (9) merupakan fungsi semi-logaritmik antara $\ln Y$ dengan X dan merupakan persamaan garis lurus dengan kemiringan β_1 dan memotong sumbu $\ln Y_i$ di β_0 . Untuk menyederhanakan penyelesaian persamaan (11) di samping, maka dilakukan pemisalan sebagai berikut:

$$P_i = A_0 + A_1 X_{1i} + A_2 X_{2i} + A_3 X_{3i} + A_4 X_{4i} + \dots + A_k X_{ki} + \varepsilon_i^* \tag{12}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} P_i &= \ln Y_i & X_i &= X_i \\ A_0 &= \beta_0 & A_1 &= \beta_1 \\ A_2 &= \beta_2 & A_3 &= \beta_3 \\ A_4 &= \beta_4 & \varepsilon_i^* &= \ln \varepsilon_i \end{aligned}$$

Estimasi Model Regresi Eksponensial Berganda.

Estimasi model tranformasi regresi Eksponensial Berganda pada persamaan (12) berikut dapat ditulis:

$$\hat{P}_i = \hat{A}_0 + \hat{A}_1 X_{1i} + \hat{A}_2 X_{2i} + \hat{A}_3 X_{3i} + \hat{A}_4 X_{4i} + \dots + \hat{A}_k X_{ki}$$

Untuk menentukan estimasi koefisien model diatas yang dilambangkan dengan $\hat{A}_0, \hat{A}_1, \hat{A}_2, \hat{A}_3,$ dan \hat{A}_k digunakan metode OLS berdasarkan pada estimasi parameter persamaan regresi linier berganda yaitu pada persamaan regresi linier berganda.

Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi mampu memberikan informasi mengenai variasi nilai variabel terikat yang dapat dijelaskan oleh model regresi yang digunakan (Gujarati, 2012).

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}; \tag{13}$$

Dimana:

Y_i = nilai variabel terikat Y

\bar{Y} = nilai rata-rata variabel terikat Y

\hat{Y}_i = nilai prediksi

Langkah Mengatasi Padatnya Penduduk.

Situasi dan kondisi Indonesia dalam bidang kependudukan, kualitasnya saat ini masih sangat memprihatinkan. Jumlah kelahiran didefinisikan sebagai banyaknya kelahiran hidup pada suatu tahun tertentu tiap 1000 penduduk pada pertengahan tahun di Indonesia. Atau dengan rumus dapat ditulis menjadi sebagai berikut :

$$CBR = \frac{B}{P \cdot 1.000} \tag{14}$$

Dimana :

CBR = *Crude Birth Rate* (tingkat kelahiran kasar)

B = jumlah seluruh kelahiran

P = jumlah penduduk pada pertengahan tahun

1.000= bilangan konstanta

Tingkat kelahiran ini dapat digolongkan dalam tiga tingkat kriteria yaitu tingkat kelahiran Golongan > 30 Tinggi, 20-30 Sedang dan < 20 Rendah (Rusli, 1995).

Masalah kependudukan yang terjadi terkait dengan lajunya pertumbuhan penduduk beberapa tahun terakhir di Kalimantan Timur merupakan masalah yang mendapat perhatian khusus dan penggarapan serius dari Pemerintah dan ditangani melalui lembaga BKKBN Provinsi Kalimantan Timur (BKKBN, 2003).

Faktor yang Mempengaruhi Kelahiran Bayi

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kelahiran bayi di Kalimantan Timur yang adalah sebagai berikut (BKKBN, 2003):

1. Program Keluarga Berencana (KB)

Strategi BKKBN dalam peningkatan pengguna program KB yaitu adalah penggunaan alat dan obat kontrasepsi.

Setiap tahun pemerintah terus mengajarkan kepada masyarakat di Kalimantan Timur agar pasangan baru atau pada masa usia subur supaya dapat mengikuti program KB baru yang bertujuan untuk dapat mengurangi jumlah kelahiran bayi dan untuk dapat mengurangi dampak padatnya penduduk di Kalimantan Timur.

2. Banyaknya Pasangan Usia Subur

Strategi komunikasi merupakan strategi yang paling tepat dilakukan dalam memberi pemahaman kepada pasangan usia subur Menyampaikan informasi dan juga melakukan edukasi mengenai program KB serta

penggunaan alat kontrasepsi kepada pasangan usia subur dengan menggunakan sarana komunikasi langsung atau komunikasi tatap muka dengan membuat acara penyuluhan yang dibuat dengan acara yang sesuai dengan minat masyarakat agar lebih dapat menarik minat serta perhatian dari pasangan usia subur dan memberikan pengarahan, mengendalikan, pemahaman dan juga mewujudkan setiap bentuk perubahan serta pemahaman bahwa dua anak cukup untuk dapat menekan padatnya jumlah penduduk di Kalimantan Timur.

Metodologi Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian kali ini adalah jumlah kelahiran bayi di Kalimantan Timur pada tahun 2013 dan 2014 sebagai variabel terikat (Y), dengan variabel bebas jumlah pasangan usia subur (X_1) dan jumlah pengguna KB baru (X_2).

Hasil dan Pembahasan

Data yang diambil merupakan data dari jumlah Kelahiran Bayi yang dirinci ada beberapa variabel sosial menurut provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2013 dan 2014. Dari data tersebut akan dicari bagaimana pengaruh jumlah Kelahiran Bayi selama pada tahun 2013 dan 2014. Adapun variabel data yang akan dihitung adalah: Jumlah Pasangan Usia Subur (X_1) dan Jumlah Pengguna Keluarga Berencana (KB) baru (X_2), terhadap perubahan Jumlah Kelahiran Bayi

Analisis Statistik Deskriptif

Tabel 2. Statistika Deskriptif Untuk Data Jumlah Kelahiran Bayi di Kalimantan Timur

Var	Min	Max	Rata2	Data	Std. Dev
Y	1.388	2.980	2.439	24	316,205
X ₁	528	2.392	1.800	24	563,965
X ₂	739	2.136	1.547	24	401,722

Data yang dianalisis adalah 24 data dengan rata-rata jumlah kelahiran bayi (Y) adalah 2.439 jiwa, dengan jumlah kelahiran terendah yaitu 1.388 dan jumlah kelahiran tertinggi yaitu 2.980, serta memiliki nilai standar deviasi sebesar 316,205. Rata-rata jumlah pasangan usia subur (X_1) 1.800 orang, dengan jumlah pasangan usia subur terendah yaitu 528 pasangan. jumlah pasangan usia subur tertinggi yaitu 2.392. serta memiliki nilai standar deviasi sebesar 563,965. Rata-rata jumlah pengguna KB baru (X_2) adalah 1.547 orang, dengan jumlah pengguna KB baru terendah yaitu 739 dan jumlah pengguna KB baru tertinggi yaitu 2.136 orang,serta memiliki nilai standar deviasi sebesar 401,722.

Pengujian Distribusi Eksponensial Pada Variabel Terikat

Pengujian distribusi eksponensial pada variabel terikat dengan menggunakan uji *Chi-Square*.

Setelah dilakukannya pengujian distribusi eksponensial pada variabel terikat maka didapatkan nilai X^2_{hitung} adalah 3,8415 dan X^2_{tabel} adalah 5,991. Sehingga dapat di putuskan karena nilai X^2_{hitung} adalah $3,8415 < X^2_{(0,05;24-1)}$ adalah 5,991 maka dapat di simpulkan bahwa H_0 gagal ditolak, yang berarti data variabel terikat berdistribusi eksponensial.

Model Awal Regresi Eksponensial Berganda

Adapun model awal regresi eksponensial berganda adalah sebagai berikut:

$$Y_i = e^{\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i}} \varepsilon_i ; i = 1,2,3, \dots, 24$$

Dimana:

Y_i = Jumlah Kelahiran Bayi untuk pengamatan ke- i

X_1 = Jumlah Pasangan Usia Subur

X_2 = Jumlah Pengguna KB baru

e = 2,71828

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$ = Parameter

ε_i = Galat atau residual ke- i

Estimasi model transformasi regresi eksponensial berganda yang terdapat pada persamaan (12):

$$\hat{P}_i = \hat{A}_0 + \hat{A}_1 X_{1i} + \hat{A}_2 X_{2i}$$

Untuk menentukan estimasi koefisien model pada persamaan (12) yang dilambangkan dengan $\hat{A}_0, \hat{A}_1,$ dan \hat{A}_2 digunakan metode OLS berdasarkan pada estimasi parameter persamaan regresi linier berganda yaitu pada persamaan regresi linier berganda.

Transformasi Model Regresi Eksponensial Berganda

Transformasi ini dilakukan karena regresi yang terbentuk adalah non linier eksponensial maka pada persamaan (9) ditransformasikan ke bentuk regresi linier berganda pada persamaan (12).

Berdasarkan hasil dari persamaan (12) dapat diketahui bahwa variabel yang berubah yaitu variabel terikatnya.

Estimasi Model Regresi Eksponensial Berganda

Estimasi parameter regresi Eksponensial Berganda diperoleh dengan menggunakan metode OLS berdasarkan pada estimasi model persamaan regresi linier berganda.

Pada perhitungan yang dilakukan didapat nilai koefisien \hat{A}_0, \hat{A}_1 dan $\hat{A}_2,$ maka model regresi eksponensial berganda dapat terbentuk seperti persamaan (12) yaitu:

$$\hat{P}_i = \hat{A}_0 + \hat{A}_1 X_{1i} + \hat{A}_2 X_{2i}$$

Maka,

$$\hat{P}_i = 2716,693 + 0,592X_1 - 0,868X_2$$

Dimana:

$$P_i = \text{Ln } Y_i$$

$$\beta_0 = A_0 = 2716,693$$

$$\beta_1 = A_1 = 0,592$$

$$\beta_2 = A_2 = -0,868$$

Pengujian Signifikansi Parameter

Sebelum menarik kesimpulan dari model regresi maka terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap parameter regresi baik secara simultan (bersama-sama) maupun secara parsial (individu).

1. Uji Simultan

Setelah dilakukannya pengujian simultan maka didapatkan nilai *p-value* adalah 0,012, F_{hitung} adalah 5,457 dan F_{tabel} adalah 3,47. Sehingga dapat di putuskan karena nilai *p-value* adalah $0,012 < \alpha 0,05,$ sama halnya dengan nilai F_{hitung} yaitu sebesar $5,457 > \text{nilai } F_{(0,05(2-1),(24-2))}$ yaitu sebesar 3,47 maka dapat simpulkan bahwa H_0 ditolak, yang berarti secara simultan konstanta dan ke dua variabel bebas memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel terikat.

2. Uji Parsial (Uji T)

Tabel 3 Pengujian Parsial (Uji t)

Variabel	t_{hitung}	t_{tabel}	t_{sig}	α
Konstanta	12,200	2,074	0,000	0,05
(X_1)	3,102	2,074	0,005	0,05
(X_2)	-3,241	2,074	0,004	0,05

Setelah dilakukannya pengujian parsial maka diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 3 diatas. Berdasarkan pada Tabel 3, pada variabel konstanta, diperoleh nilai *p-value* adalah 0,000, t_{hitung} adalah 12,200 dan t_{tabel} adalah 2,074, sehingga dapat diputuskan karena nilai *p-value* adalah $0,000 < \alpha 0,05,$ sama halnya dengan nilai t_{hitung} yaitu sebesar $12,200 > \text{nilai } t_{(0,05/2,24-2)}$ yaitu sebesar 2,074 maka dapat simpulkan bahwa H_0 ditolak, yang berarti terdapat pengaruh variabel konstanta yang signifikan terhadap variabel jumlah kelahiran bayi. Pada variabel jumlah pasangan usia subur (X_1), diperoleh nilai *p-value* adalah 0,005, t_{hitung} adalah 3,102 dan t_{tabel} adalah 2,074, sehingga dapat diputuskan karena nilai *p-value* adalah $0,005 < \alpha 0,05,$ sama halnya dengan nilai t_{hitung} yaitu sebesar $3,102 > \text{nilai } t_{(0,05/2,24-2)}$ yaitu sebesar 2,074 maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak, yang berarti terdapat pengaruh variabel jumlah pasangan usia subur yang signifikan terhadap variabel jumlah kelahiran bayi.

Pada variabel jumlah pengguna KB baru (X_2), diperoleh nilai *p-value* adalah 0,004, t_{hitung}

adalah 3,241 dan t_{tabel} adalah 2,074. Sehingga dapat di putuskan karena nilai $p-value$ adalah $0,004 < \alpha 0,05$, sama halnya dengan nilai t_{hitung} yaitu sebesar $3,241 > \text{nilai } t_{(0,05/2,24-2)}$ yaitu sebesar 2,074 maka dapat simpulkan bahwa H_0 ditolak, yang berarti terdapat pengaruh variabel jumlah pengguna KB baru yang signifikan terhadap variabel jumlah kelahiran bayi.

Pengujian Terhadap Asumsi Klasik Analisis Regresi Ekponensial Berganda

Multikolinieritas

Berdasarkan hasil analisis maka didapatkan Tabel sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Multikolinieritas

Variabel	P-value	Tolerance	VIF
X ₁	0,005	0,271	3,696
X ₂	0,004	0,271	3,696

Dapat dilihat ditunjukkan bahwa nilai dari *tolerance* lebih dari 0,1 yaitu 0,271 dan nilai dari *VIF* kurang dari 10 yaitu 3,696. Oleh karena itu maka dapat dikatakan tidak terdapat masalah dalam multikolinieritas sehingga model regresi ini layak digunakan

Heteroskedastisitas

Setelah dilakukannya pengujian heteroskedastisitas maka didapatkan nilai $p-value$ adalah 0,065. Sehingga dapat di putuskan karena nilai $p-value$ adalah $0,065 > \alpha$ adalah 0,05, maka dapat di simpulkan bahwa H_0 gagal ditolak, yang berarti tidak terjadi masalah heteroskedastisitas.

Autokorelasi

Setelah dilakukannya pengujian autokorelasi maka didapatkan hasil dengan $\alpha = 5\%$, jumlah pengamatan 24 dan variabel bebas 2, maka diperoleh nilai d_L sebesar 1,1878 dan d_U sebesar 1,5464, sedangkan nilai d sebesar 1,665. Sehingga dapat diputuskan arena nilai $d_U (1,5464) \leq d (1,665) \leq 4-d_U (2,4536)$ maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi masalah autokorelasi.

Normalitas (Uji Kenormalan Residual)

Setelah dilakukannya pengujian kenormalan residual maka didapatkan nilai $p-value$ adalah 0,367, JB adalah 1,959 dan X^2_{tabel} adalah 5,991. Sehingga dapat diputuskan karena nilai $p-value$ $0,367 > \alpha$ adalah 0,05, sama halnya dengan nilai JB adalah $1,959 < X^2_{(0,05;2)}$ adalah 5,991 maka dapat disimpulkan bahwa H_0 gagal ditolak, maka Residual berdistribusi normal

Model Akhir Regresi Ekponensial Berganda

Setelah dilakukannya pengujian maka didapatkan hasil dari model akhir regresi

eksponensial berganda dapat dilihat sebagai berikut:

$$\hat{P}_i = 2716,693 + 0,592X_{1i} - 0,868X_{2i}$$

Dengan :

$$\hat{P}_i = \text{Ln } Y_i$$

X_{1i} = Jumlah pasangan usia subur

X_{2i} = Jumlah pengguna KB baru

Sehingga, dilakukan pengembalian ke bentuk awal yaitu sebagai berikut:

$$e^{P_i} = e^{A_0 + A_1 X_{1i} + A_2 X_{2i}}$$

$$e^{\text{Ln } Y_i} = e^{\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i}}$$

$$e^{\text{Ln } Y_i} = e^{2716,693} \cdot e^{0,592X_{1i}} \cdot e^{-0,868X_{2i}}$$

$$Y_i = 15,13 \cdot e^{0,592X_{1i} - 0,868X_{2i}}$$

Interpretasi Model Akhir Regresi Ekponensial Berganda

Dapat diinterpretasikan bahwa faktor jumlah pasangan usia subur dan jumlah pengguna KB baru mempengaruhi jumlah kelahiran bayi. Jika jumlah pasangan usia subur dan jumlah pengguna KB baru adalah nol maka jumlah kelahiran bayi pada tahun tersebut sebesar $15.13 \approx 16$ jiwa. Dan jika terjadi penambahan satu pasangan yang berusia subur pada jumlah pasangan usia subur (X_1), maka jumlah kelahiran bayi pada tahun itu akan mengalami peningkatan secara eksponensial yaitu sebesar $e^{0,592} = 1,8 \approx 2$ jiwa. Jika terjadi penambahan satu orang pengguna KB baru, maka jumlah angka kelahiran bayi pada tahun itu akan mengalami penurunan secara eksponensial yaitu sebesar $e^{-0,868} = 0,42 \approx 1$ jiwa.

Koefisien Determinasi (R²)

Setelah dilakukan analisis maka dapat diketahui nilai R^2 menunjukkan nilai sebesar 0,342 atau 34,2%. Hal ini dapat diartikan bahwa sekitar 34,2% angka jumlah kelahiran bayi dipengaruhi oleh variabel jumlah pasangan usia subur dan jumlah pengguna KB baru. Sedangkan sisanya yaitu 65,8 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak termasuk dalam perhitungan ini.

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian, diperoleh kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Model akhir dari regresi eksponensial berganda untuk data jumlah kelahiran bayi di Kalimantan Timur adalah sebagai berikut:

$$Y_i = 15,13 \cdot e^{0,592X_{1i} - 0,868X_{2i}}$$

2. Setelah dilakukannya pengujian maka dapat ditarik kesimpulan bahwa faktor jumlah pasangan usia subur (X_1) dan faktor jumlah pengguna keluarga berencana baru (X_2) berpengaruh secara signifikan terhadap

3. jumlah kelahiran bayi (Y) di provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2013 dan 2014.

Daftar Pustaka

- Atmaja, S. Lukas. 2009. *Statistik Untuk Bisnis dan Ekonomi*. Yogyakarta : ANDI
- Gujarati, N.Damodar. 2012. *Dasar Dasar Ekonometrika*. Jakarta: Salemba Empat.
- Nawari. 2010. *Analisis Regresi dengan MS Exel 2007 dan SPSS 17*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo
- Pramudjono. 2010. *Statistika Dasar*. Samarinda: Purry Kencana Mandiri.
- Rusli, Said. 1995. *Pengantar Ilmu Kependudukan*. Jakarta : LP3ES
- Sembiring, R.K. 1995. *Analisis Regresi*. Bandung: ITB Bandung
- Sudjana, M. A. 2003. *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi*. Bandung : Tatsito
- Sunyoto, Danang. 2007. *Memecahkan Kasus Statistik : Deskriptif Parametrik dan Non Parametrik dengan SPSS 21*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Suliyanto, 2011. *Ekonometrika Terapan Teori dan aplikasi dengan SPSS*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Widarjono, A. 2007. *Ekonometrika Teori dan Aplikasi untuk Ekonomi dan Bisnis*. Edisi Kedua. Fakultas Ekonomi UII, Yogyakarta.
- BKKBN, 2003. *Kamus Istilah Kependudukan Keluarga Berencana (KB) dan Keluarga Sejahtera*. <http://www.kaltim.bkkbn.go.id>. diakses pada tanggal 22 maret 2015.