

Proposal Tugas Akhir

**Faktor-faktor yang Mempengaruhi Banyaknya
Pneumonia Balita di Jawa Timur Menggunakan
Generalized Poisson Regression (GPR) dan
*Negative Binomial Regression (NBR)***

Dimas Ewin Ashari

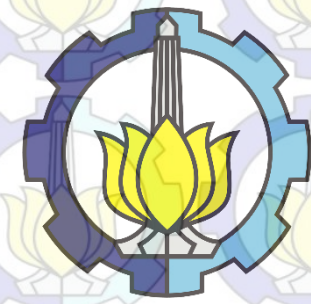
NRP 1313 030 087

Pembimbing

Dr. Purhadi, M.Sc.

Penguji

Santi Wulan Purnami, S.Si., M.Si., Ph.D
Dr. rer. pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si., M.Si.



Pendahuluan

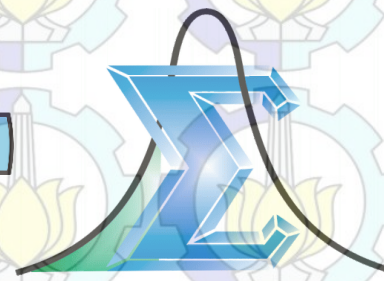
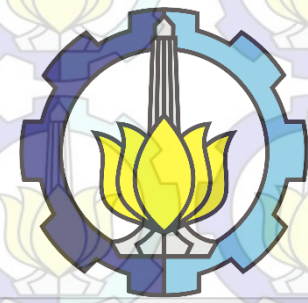
Latar Belakang

Rumusan Masalah

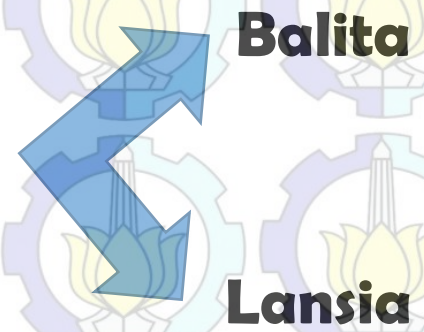
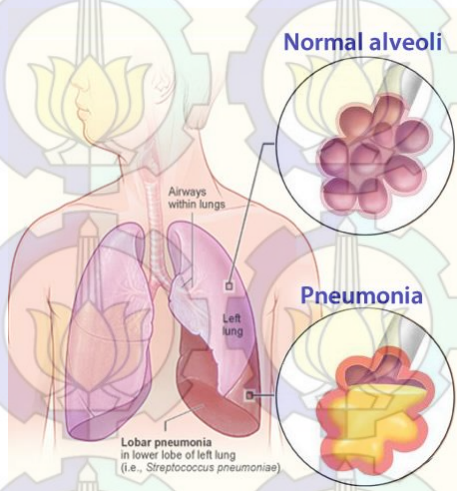
Tujuan

Manfaat

Batasan Masalah

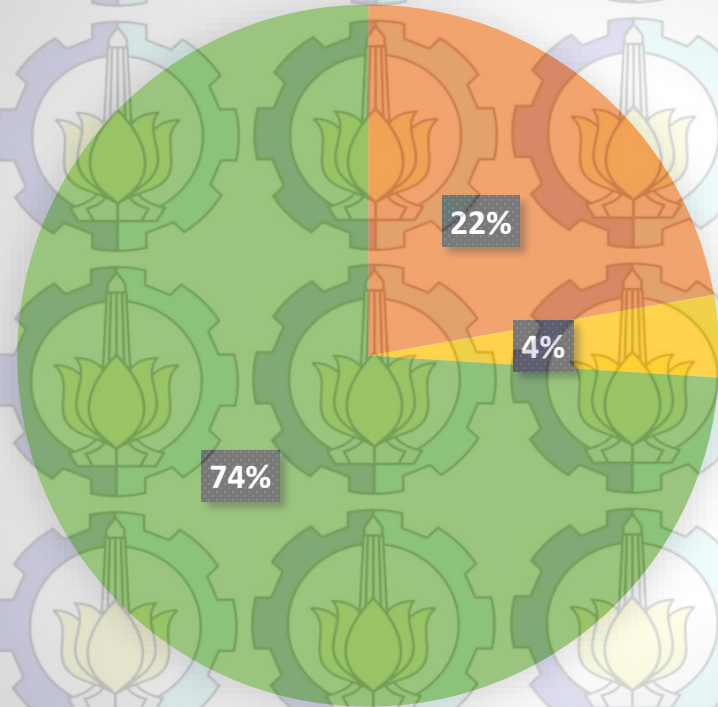


Latar Belakang



Balita

Lansia



WHO 2005

- Pneumonia
- Pnykt. Saluran P'nafasan
- Penyebab lain

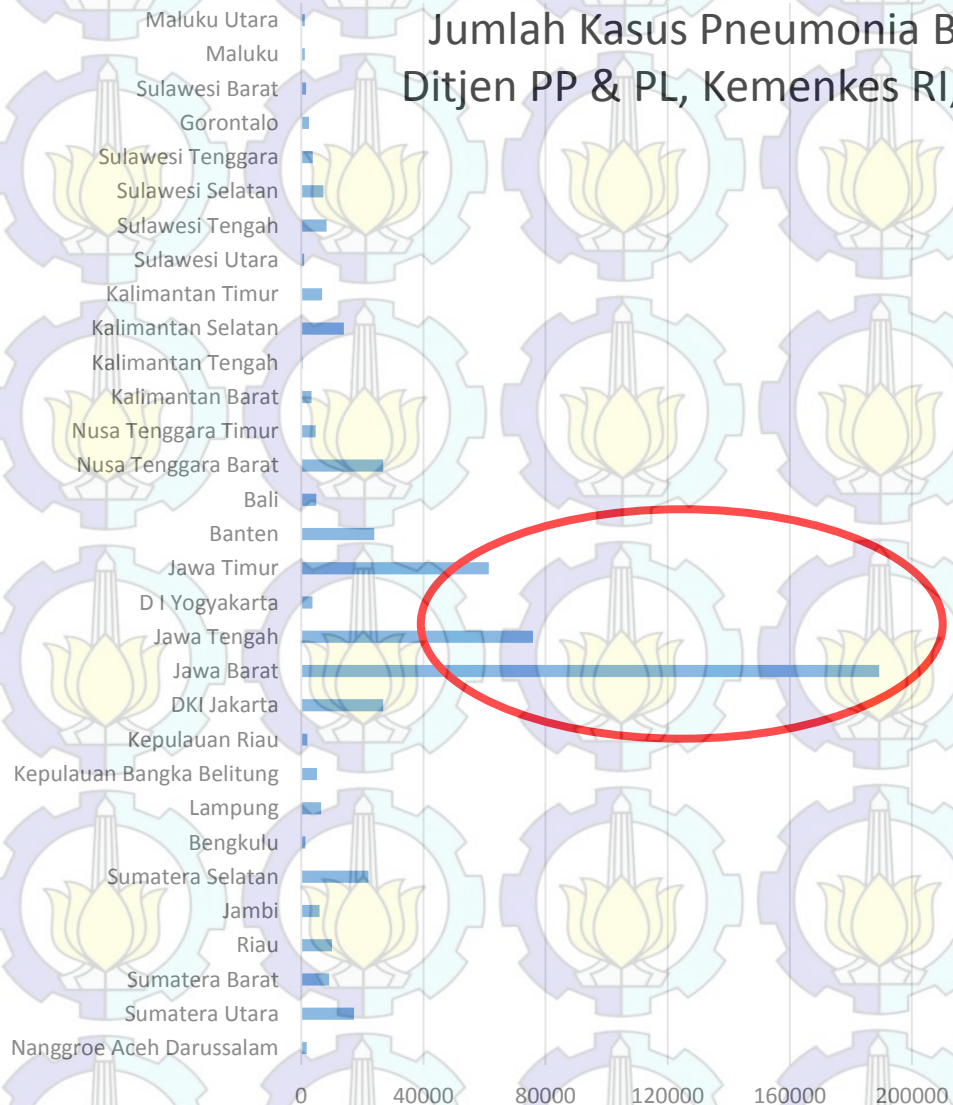
**9 jt Kematian Balita :
2 Juta karena
Pneumonia**

- Di Indonesia berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2007, Pneumonia adalah penyebab kematian tertinggi kedua pada balita setelah diare.
- Di Jawa Timur sendiri, kasus Pneumonia masih tergolong tinggi, terutama pada balita yaitu sebesar 35,06% pada akhir tahun 2014 (Depkes RI, 2015)

Latar Belakang



Jumlah Kasus Pneumonia Balita
Ditjen PP & PL, Kemenkes RI, 2013



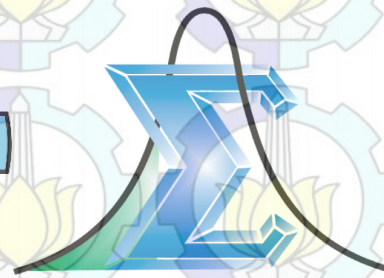
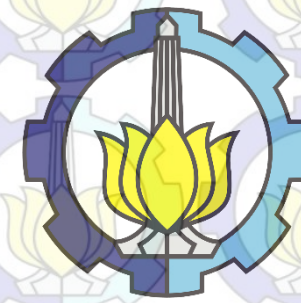
- 1 ERADICATE EXTREME POVERTY AND HUNGER
- 2 ACHIEVE UNIVERSAL PRIMARY EDUCATION
- 3 PROMOTE GENDER EQUALITY AND EMPOWER WOMEN
- 4 REDUCE CHILD MORTALITY
- 5 IMPROVE MATERNAL HEALTH
- 6 COMBAT HIV/AIDS, MALARIA AND OTHER DISEASES
- 7
- 8

UNDP : Untuk Mencapai Kesejahteraan

Upaya Menekan Jumlah Kematian Balita Karena Pneumonia

Mengetahui Faktor-faktor nya

Latar Belakang



Ruden, et al (2008) Faktor resiko Pneumonia

- gizi kurang, berat badan lahir rendah, tidak mendapatkan ASI, polusi udara dalam ruang, dan pemukiman padat

Santoso (2012) faktor eksternal yang berpengaruh terhadap pneumonia balita di Jawa Timur menggunakan GWR

- pemberian vitamin A dan balita mendapat imunisasi berpengaruh terhadap pneumonia balita di Jawa Timur

Kusumawati (2013) pengelompokan faktor yang mendukung terjadinya pneumonia balita dengan Anfak

- kebutuhan balita, sanitasi lingkungan dan pelayanan kesehatan

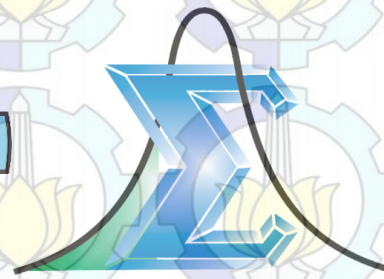
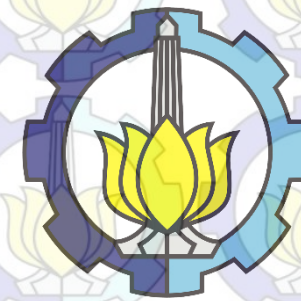
Tesis oleh Yuwono (2008)

- lantai, kondisi dinding rumah, luas ventilasi rumah, tingkat kepadatan hunian, tingkat kelembaban, penggunaan jenis bahan bakar kayu dan kebiasaan anggota keluarga yang merokok mempunyai hubungan dengan kejadian pneumonia.

Noviana(2013) Pneumonia Balita di Jatim dengan RegLog Biner

- Imunisasi campak, lama pemb ASI, Klasifikasi tempat tinggal balita

Latar Belakang Metode



Data Count



Regresi Poisson



Overdispersi



GPR & NBR



Model Terbaik

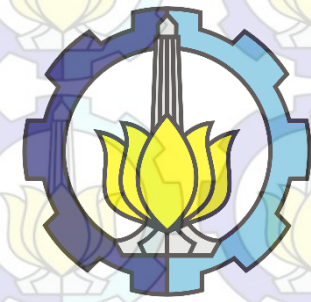
Rumusan Masalah

Bagaimana karakteristik banyaknya balita penderita Pneumonia di Jawa Timur

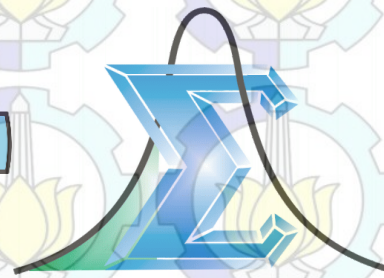
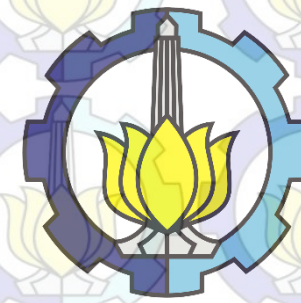
Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi banyaknya kasus Pneumonia pada balita di Jawa Timur dengan membandingkan metode *Generalized Poisson Regression (GPR)* dan *Negative Binomial Regression (NBR)*

Tujuan

1. Mendeskripsikan karakteristik banyaknya penderita Pneumonia pada balita di Jawa Timur dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya.
2. Mendapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi banyaknya kasus Pneumonia pada balita di Jawa Timur.



Manfaat



Rekomendasi Pemerintah
dalam Menyusun Kebijakan



Referensi dalam upaya
Penanggulangan Pneumonia
Balita



Penerapan Metode Statistika
dalam Menyelesaikan kasus
di Masyarakat

Batasan Masalah



38 Kabupaten/Kota di Jawa
Timur



Kejadian Pneumonia pada
Balita di Jawa Timur
Sepanjang Tahun 2014

BAB II

Tinjauan Pustaka

Statistika Deskriptif

Multikolinieritas

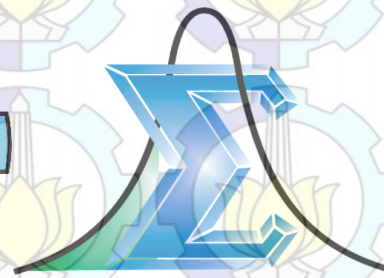
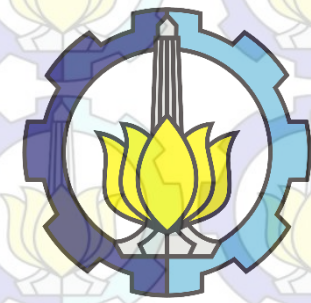
Regresi Poisson

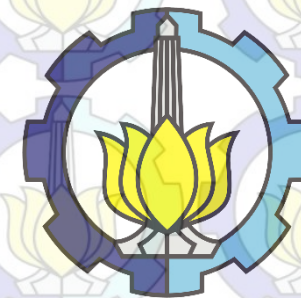
GPR

NBR

AIC

Pneumonia Balita





Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna (Walpole, 1995).

Rata-rata adalah jumlah nilai pada data dibagi dengan banyaknya data tersebut (Walpole, 1995).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

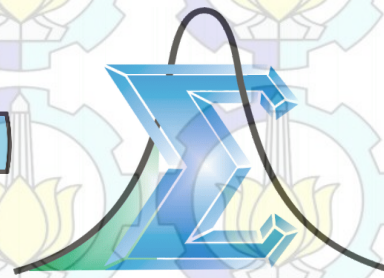
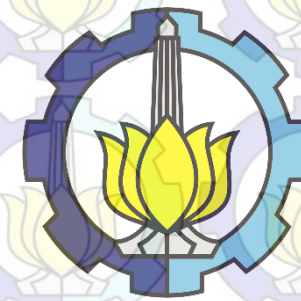
Varians adalah salah satu ukuran penyebaran data yang sering digunakan

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

Koefisien korelasi merupakan suatu indikator dalam hubungan linier antara dua variabel yang besarnya dinyatakan sebagai berikut (Draper dan Smith, 1992)

$$r_{xy} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}}$$

Multikolinieritas



multikolinieritas dapat menyebabkan taksiran parameter regresi yang dihasilkan akan memiliki *error* yang besar. Menurut Hocking (1996) pendeteksian kasus multikolinieritas dapat dilakukan melalui kriteria sebagai berikut

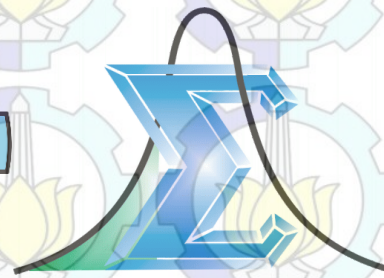
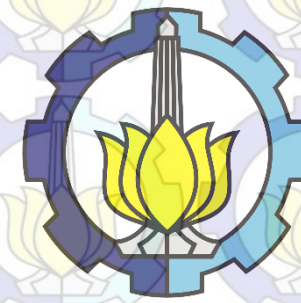
1. Nilai VIF (*Variance Inflation Factor*). Jika nilai VIF lebih besar dari 10, maka hal ini menunjukkan bahwa terjadi multikolinieritas antar variabel prediktor. Nilai VIF dinyatakan sebagai berikut.

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad j = 1, 2, \dots, p$$

dengan R_j^2 merupakan nilai koefisien determinasi antara variabel x_j dengan variabel x lainnya.

2. Koefisien korelasi (r_{ij}) antara variabel prediktor lebih besar dari 0,95.

Regresi Poisson



Regresi Poisson merupakan model regresi non-linier yang digunakan untuk data jumlah (*count*) dimana variabel respon mengikuti distribusi Poisson (Agresti, 2002). Distribusi Poisson dan Model regresi poisson berturut-turut dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$f(y, \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}; y = 0, 1, 2, \dots$$

$$\mu = \exp(\mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta})$$

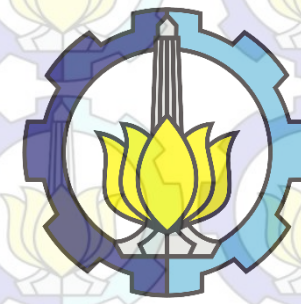
$$L(\boldsymbol{\beta}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!}$$

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}) = \ln \left(\prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \right) = -\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) + \sum_{i=1}^n y_i (\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!)$$

Penaksiran Parameter Regresi

- Menurut Cameron & Trividi (1998) Estimasi Parameter Regresi Poisson dilakukan dengan metode MLE dan Iterasi *Newton-Raphson*.

Penaksiran parameter Regresi Poisson



1. Menentukan nilai estimasi awal parameter dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS).

$$\hat{\beta}_{(0)} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y}$$

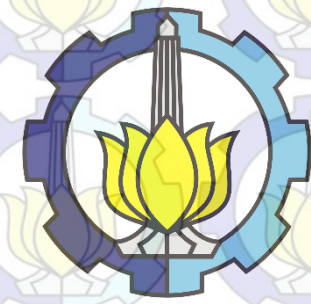
2. Membentuk vektor gradien g

$$g^T(\beta_{(m)})_{(k+1) \times 1} = \left(\frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial \beta_0} \quad \frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial \beta_1} \quad \dots \quad \frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial \beta_k} \right)_{\beta = \hat{\beta}_{(m)}}$$

3. Membentuk matriks *Hessian* H

$$\mathbf{H}(\beta_{(m)})_{(k+1) \times (k+1)} = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_0^2} & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_0 \beta_1} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_0 \beta_k} \\ & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_1^2} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_1 \beta_k} \\ & & \dots & \dots \\ & & & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_k^2} \end{bmatrix}$$

Penaksiran parameter Regresi Poisson (2)



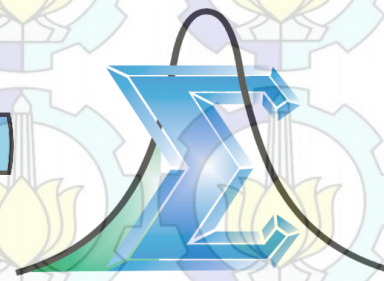
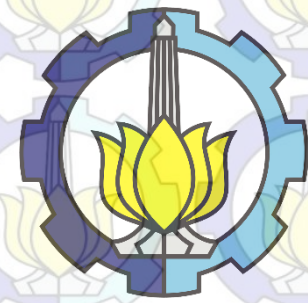
4. Mulai dari $m=0$ lakukan iterasi pada persamaan

$$\hat{\beta}_{(m+1)} = \hat{\beta}_{(m)} - \mathbf{H}^{-1}(\hat{\beta}_{(m)}) \mathbf{g}(\hat{\beta}_{(m)})$$

5. Jika belum didapatkan penaksir parameter yang konvergen, maka dilanjutkan kembali langkah 4 hingga iterasi ke- m sama dengan iterasi ke $m+1$. Iterasi berhenti pada keadaan konvergen yaitu pada saat $\|\hat{\beta}_{(m+1)} - \hat{\beta}_{(m)}\| \leq \varepsilon$ dimana ε adalah bilangan yang sangat kecil sekali.

Keterangan :

$\hat{\beta}_{(m)}$ merupakan sekumpulan penaksir parameter yang konvergen pada iterasi ke- m



Pengujian parameter Regresi Poisson

Pengujian kelayakan model regresi Poisson dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT). (Hocking, 1996)

Hipotesis

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

H_1 : minimal ada satu k sehingga $\beta_k \neq 0 ; k = 1, 2, \dots, p$

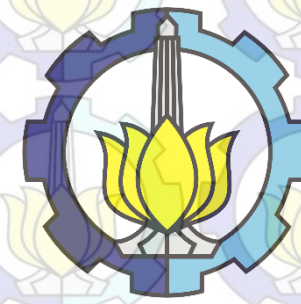
Daerah penolakan hipotesis nol adalah jika

$$D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha; p)}$$

Statistik Uji

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) \\ = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega}))$$

$$L(\hat{\Omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{e^{-\hat{\mu}_i} \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \hat{\mu}_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \hat{\beta}) \\ L(\hat{\omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{e^{-\hat{\mu}_i} \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \hat{\mu}_i = \exp(\beta_0)$$



Pengujian parameter Regresi Poisson (2)

Dari hasil pembentukan model regresi Poisson, estimasi parameter belum tentu berpengaruh secara signifikan terhadap model, sehingga perlu dilakukan pengujian parameter secara parsial untuk melihat signifikansi parameter terhadap model tersebut. Menurut Hocking (1996) pengujiannya adalah sebagai berikut

Hipotesis

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

Dilakukan untuk setiap parameter regresi

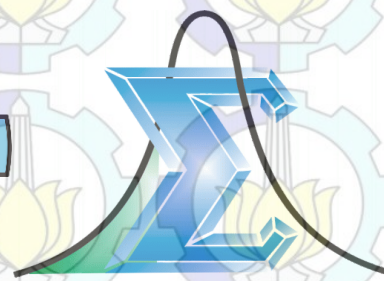
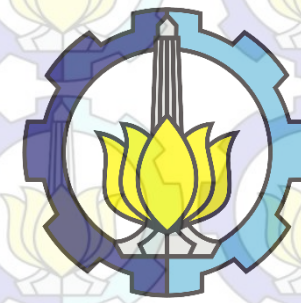
**Statistik
Uji**

$$z = \frac{\hat{\beta}}{se(\hat{\beta})}$$

Daerah penolakan
hipotesis nol adalah jika

$$|z| > z_{(n-k-1; \alpha/2)}$$

Over/under Dispersi



Regresi Poisson dikatakan *over* dispersi apabila nilai variansnya lebih besar dari nilai rata-ratanya. Regresi Poisson harus Memenuhi Asumsi Equidispersi ($Mean = Varians$).



$\theta > 1$ Overdispersi



$\theta < 1$ Underdispersi

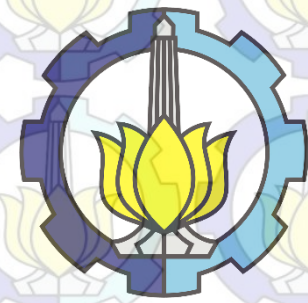


$\theta = 1$ Equidispersi

Tidak Memenuhi
Equidispersi

NBR

GPR



Generalized Poisson Regression

Model *Generalized Poisson Regression* (GPR) merupakan suatu model yang sesuai untuk jenis data (*count*) yang apabila dilakukan analisis regresi Poisson ditemukan adanya ketidaksamaan antara nilai *mean* dan varians dari variabel respon atau terjadi *over/under* dispersi. distribusi GP menurut Famoye *et al.* (2004) adalah

$$f(y; \mu, \theta) = \left(\frac{\mu}{1 + \theta\mu} \right)^y \frac{(1 + \theta y)^{y-1}}{y!} \exp\left(-\frac{\mu(1 + \theta y)}{1 + \theta\mu} \right)$$

$$E(y) = \mu \quad \text{Var}(y) = \mu(1 + \theta\mu)^2$$

Model GPR dinyatakan sebagai berikut.

$$\mu = \exp(\mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta})$$

Sehingga diperoleh



Penaksiran parameter GPR

Penaksiran parameter model GPR dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE).

1. Membentuk Fungsi *likelihood*.
2. Mengubah dalam bentuk Ln
3. Mensubstitusikan nilai μ

$$\ln(\boldsymbol{\beta}, \theta) = \sum_{i=1}^n \left\{ y_i (\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) - y_i \ln(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) + (y_i - 1) \ln(1 + \theta y_i) - \ln(y_i!) - \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) (1 + \theta y_i) (1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-1} \right\}$$

Penaksiran parameter

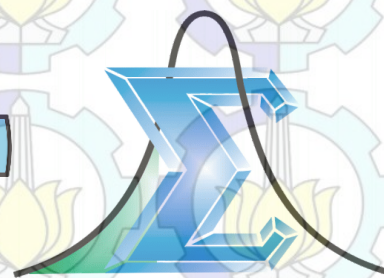
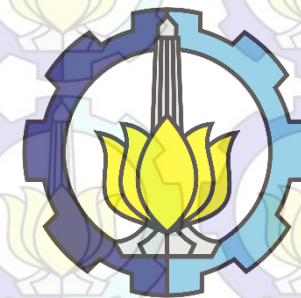
GPR (2)

- Kemudian persamaan logaritma natural dari fungsi *likelihood* diturunkan terhadap β^T dan disama dengankan nol untuk mendapatkan parameter $\hat{\beta}$. Bentuk turunan ke-2 yang dihasilkan yaitu

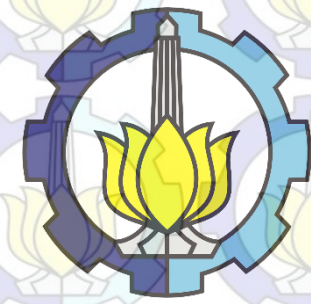
$$\frac{\ln L(\beta, \theta)}{\partial \beta^T} = \sum_{i=1}^n \left\{ \begin{array}{l} y_i \mathbf{x}_i - \theta y_i \exp(\mathbf{x}_i^T \beta) (1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \beta))^{-1} \\ - (1 + \theta y_i) \left\{ \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \beta) (1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \beta))^{-1} - \theta \mathbf{x}_i (\exp(\mathbf{x}_i^T \beta))^2 (1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \beta))^{-2} \right\} \end{array} \right\}$$

- jika ingin mendapatkan penaksir parameter $\hat{\theta}$ maka persamaan tersebut diturunkan terhadap θ dan disamadengankan nol. Bentuk turunan yang dihasilkan yaitu.

$$\frac{\ln L(\beta, \theta)}{\partial \theta} = \sum_{i=1}^n \left\{ \begin{array}{l} y_i \exp(\mathbf{x}_i^T \beta) (1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \beta))^{-1} + y_i (y_i - 1) (1 + \theta y_i)^{-1} \\ - \exp(\mathbf{x}_i^T \beta) \left\{ y_i (1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \beta))^{-1} - (1 + \theta y_i) \exp(\mathbf{x}_i^T \beta) (1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \beta))^{-2} \right\} \end{array} \right\}$$



Pengujian parameter GPR



Pengujian kelayakan model GPR dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT). (Hocking, 1996)

Hipotesis

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

H_1 : minimal ada satu k sehingga $\beta_k \neq 0$; $k = 1, 2, \dots, p$

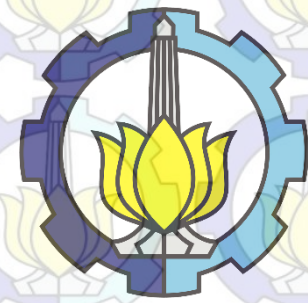
Statistik
Uji

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) \\ = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega}))$$

$$L(\hat{\Omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{e^{-\hat{\mu}_i} \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \hat{\mu}_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \hat{\beta}) \\ L(\hat{\omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{e^{-\hat{\mu}_i} \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \hat{\mu}_i = \exp(\beta_0)$$

Daerah penolakan hipotesis nol adalah jika

$$D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha; p)}$$



Pengujian parameter

GPR (2)

Dari hasil pembentukan model GPR, estimasi parameter belum tentu berpengaruh secara signifikan terhadap model, sehingga perlu dilakukan pengujian parameter secara parsial untuk melihat signifikansi parameter terhadap model tersebut. Menurut Hocking (1996) pengujiannya adalah sebagai berikut

Hipotesis

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

Dilakukan untuk setiap parameter regresi

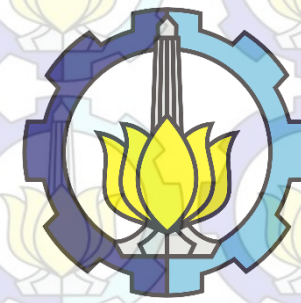
Statistik Uji

$$z = \frac{\hat{\beta}}{se(\hat{\beta})}$$

Daerah penolakan hipotesis nol adalah jika

$$|z| > z_{(n-k-1; \alpha/2)}$$

Negative Binomial Regression



Fungsi Distribusi Binomial Negatif

$$f(y; \mu, \theta) = \frac{\Gamma\left(y + \frac{1}{\theta}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{\theta}\right) y!} \left(\frac{1}{1 + \theta\mu}\right)^{\frac{1}{\theta}} \left(\frac{\theta\mu}{1 + \theta\mu}\right)^y$$

$$E(y) = \mu \quad \text{Var}(y) = \mu(1 + \theta\mu)^2$$

Model NBR

$$\eta_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}$$

$$\boldsymbol{\eta} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}$$

- Estimasi parameter model regresi binomial negatif dilakukan dengan metode maksimum *likelihood*

$$L(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\theta}) = \prod_{i=1}^n \left(\prod_{r=0}^{y_i-1} (r + \theta^{-1}) \right) \frac{1}{y_i!} \left(\frac{1}{1 + \theta\mu_i} \right)^{\frac{1}{\theta}} \left(\frac{\theta\mu_i}{1 + \theta\mu_i} \right)^{y_i}$$

$$\ln \{ L(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\theta}) \} = \sum_{i=1}^n [\Lambda]$$

dengan

$$\Lambda = \left(\sum_{r=1}^{y_i-1} \ln(r + \theta^{-1}) \right) - \ln(y_i!) + y_i \ln(\theta\mu_i) - (\theta^{-1} + y_i) \ln(1 + \theta\mu_i)$$

Penaksiran parameter

NBR (2)

Langkah-langkah estimasi parameter regresi binomial negatif

Langkah-langkah estimasi parameter regresi binomial negatif dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

1. Menentukan estimasi awal θ , misal $\hat{\theta}_1 = 0,1$
2. Menentukan estimasi maksimum *likelihood* dari parameter β menggunakan prosedur iterasi Fisher scoring dengan asumsi $\theta = \hat{\theta}_1$

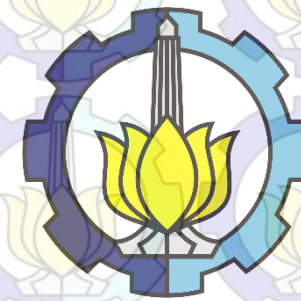
$$\hat{\beta}_{i+1} = \hat{\beta}_i + (\mathbf{X}^T \mathbf{W}_i \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}_i \mathbf{z}_i$$

Iterasi berakhir jika diperoleh $\|\hat{\beta}_{i+1} - \hat{\beta}_i\| \leq \varepsilon$

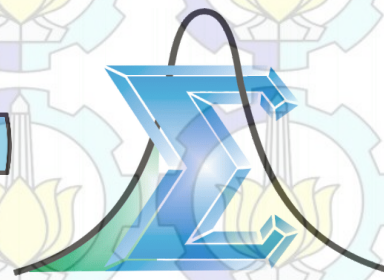
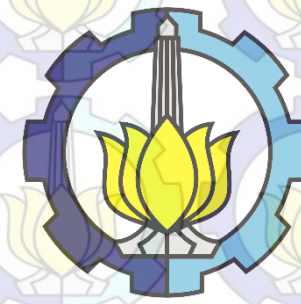
3. Menggunakan $\hat{\beta}$ untuk menghasilkan estimasi dari parameter θ dengan menggunakan prosedur iterasi Newton-Raphson satu variabel, iterasi berakhir jika diperoleh $|\hat{\theta}_{i+1} - \hat{\theta}_i| \leq \varepsilon$

$$\hat{\theta}_{i+1} = \hat{\theta}_i - \frac{f'(\theta_i)}{f''(\theta_i)}$$

4. Jika $|\hat{\theta}_{i+1} - \hat{\theta}_i| \leq \varepsilon$ iterasi selesai; bila tidak, gunakan parameter $\theta = \hat{\theta}_1$ dan kembali ke langkah 2, nilai ε merupakan bilangan positif yang sangat kecil.



Pengujian parameter NBR



Pengujian kelayakan model NBR dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT). (Hocking, 1996)

Hipotesis

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

H_1 : minimal ada satu k sehingga $\beta_k \neq 0$; $k = 1, 2, \dots, p$

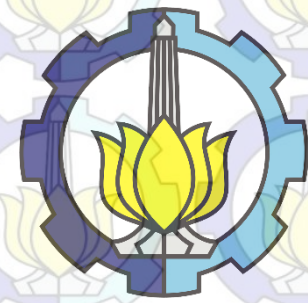
Statistik
Uji

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) \\ = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega}))$$

$$L(\hat{\Omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{e^{-\hat{\mu}_i} \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \hat{\mu}_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \hat{\beta})$$
$$L(\hat{\omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{e^{-\hat{\mu}_i} \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \hat{\mu}_i = \exp(\beta_0)$$

Daerah penolakan hipotesis nol adalah jika

$$D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha; p)}$$



Pengujian parameter

NBR (2)

Dari hasil pembentukan model NBR, estimasi parameter belum tentu berpengaruh secara signifikan terhadap model, sehingga perlu dilakukan pengujian parameter secara parsial untuk melihat signifikansi parameter terhadap model tersebut. Menurut Hocking (1996) pengujiannya adalah sebagai berikut

Hipotesis

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

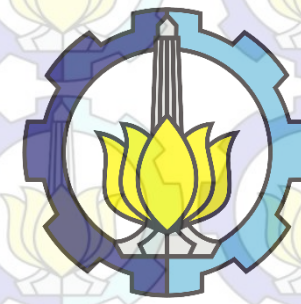
Dilakukan untuk setiap parameter regresi

Statistik Uji

$$z = \frac{\hat{\beta}}{se(\hat{\beta})}$$

Daerah penolakan hipotesis nol adalah jika

$$|z| > z_{(n-k-1; \alpha/2)}$$



Akaike's Information Criterion

Terdapat beberapa metode dalam menentukan model terbaik model GPR, maupun NBR, salah satunya adalah Akaike's Information Criterion (AIC). Bozdogan (2000) mendiskripsikan AIC sebagai berikut.

$$AIC = -2 \ln L(\hat{\beta}) + 2k$$

$L(\beta)$ adalah nilai Likelihood, dan k adalah jumlah parameter bebas

Parameter bebas disini maksudnya adalah parameter dari variabel bebas yang tidak saling berinteraksi satu sama lain. Model terbaik GPR adalah model yang memiliki AIC terkecil.



Pneumonia Balita

Pneumonia adalah infeksi saluran pernafasan akut bagian bawah yang mengenai parenkim paru.

Terjadinya pneumonia pada anak seringkali bersamaan dengan terjadinya proses infeksi akut pada bronkus yang disebut *bronchopneumonia*. Gejala Pneumonia (Santoso, 2012).

Penyebab Pneumonia (Said, 2010)

Mikroorganisme (*Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, dan *Staphylococcus aureus*)

Faktor Lain (aspirasi dan radiasi)

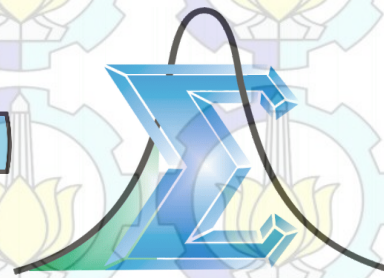
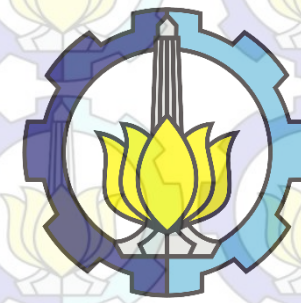
nafas cepat

sesak napas

paru-paru meradang secara mendadak

frekuensi nafas sebanyak 50x/menit atau lebih (anak usia 2 bln-1 thn)

frekuensi nafas sebanyak 40x/menit atau lebih (anak usia 1-5 thn)



Metodologi Penelitian

Sumber Data, Variabel
Penelitian & Struktur
Data

Definisi Operasional

Diagram Alir

Sumber Data



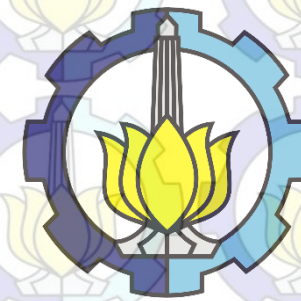
Data sekunder dari Profil Kesehatan yang dipublikasikan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dan dari Departemen Kesehatan wilayah terkait.

Data yang digunakan adalah data jumlah kasus Pneumonia pada balita di 38 kabupaten/kota di Jawa Timur

Variabel	Nama	Jenis
Y	Banyaknya kasus Pneumonia pada balita	Diskrit
X1	Persentase Berat Bayi Lahir Rendah	Kontinyu
X2	Persentase Cakupan Imunisasi BCG	Kontinyu
X3	Persentase Cakupan Imunisasi DPT-HB3/DPT-HB-Hib3	Kontinyu
X4	Persentase Rumah Tangga Ber-PHBS	Kontinyu
X5	Persentase Desa/Kel dengan UCI	Kontinyu
X6	Kepadatan Penduduk Per-km persegi	Kontinyu

	Y	X ₁	X ₂	...	X ₆
Kab/Kota-1	Y ₁	X ₁₁	X ₂₁	...	X _{6,1}
Kab/Kota-2	Y ₂	X ₁₂	X ₂₂	...	X _{6,2}
...
Kab/Kota-n	Y _n	X _{1n}	X _{2n}	...	X _{6,n}

Definisi Operasional



Banyaknya Kejadian Pneumonia pada balita

- Balita dengan pneumonia yang ditemukan dan diberikan tatalaksana sesuai standar di sarana kesehatan di Jawa Timur sepanjang tahun 2014 pada anak usia kurang dari atau sama dengan 59 bulan (5 tahun) (Kementerian Kesehatan RI, 2015). Variabel ini berjenis diskrit berupa data *count*.

Persentase Berat Bayi Lahir Rendah

- Persentase berat bayi lahir rendah diperoleh dari banyaknya bayi lahir dengan berat badan rendah dibagi dengan banyaknya bayi lahir hidup dikalikan 100% pada tahun 2014. Berat bayi lahir dikategorikan rendah jika kurang dari 2500 gr ketika baru lahir (Kementerian Kesehatan RI, 2015). Bayi dengan berat badan normal cenderung memiliki kondisi gizi dan kekebalan tubuh yang lebih baik dari serangan penyakit termasuk pneumonia.

Persentase Cakupan Imunisasi BCG pada Bayi

- Imunisasi *Bacillus Calmette Guerin* (BCG) merupakan vaksinasi untuk mencegah TBC, diberikan pada bayi baru lahir atau anak, dengan suntikan pada pangkal lengan atas (Sirusa, 2016). Persentase cakupan imunisasi BCG diperoleh dari jumlah balita yang menerima imunisasi BCG dibagi jumlah seluruh balita yang ada di wilayah yang sama dikalikan 100% dalam kurun waktu yang sama (Kementerian Kesehatan RI, 2015). TBC dan pneumonia adalah penyakit yang sama-sama menyerang sistem saluran pernafasan.

Persentase Cakupan Imunisasi DPT-HB3/DPT-HB-Hib3

- DPT (Difteri, Pertusis, Tetanus) merupakan vaksin untuk mencegah penyakit Difteri, Pertusis, dan Tetanus yang diberikan pada bayi berumur 3 bulan ke atas, dengan suntikan pada paha, diulang 1 bulan dan 2 bulan kemudian, sehingga suntikan imunisasi DPT lengkap pada balita berjumlah 3 kali (kadang-kadang selang waktu antar suntikan bisa lebih dari 1 bulan) (Sirusa, 2016). Persentase cakupan imunisasi DPT-HB3/DPT-HB-Hib3 diperoleh dari jumlah balita yang menerima imunisasi DPT-HB3/DPT-HB-Hib3 dibagi jumlah seluruh balita yang ada di wilayah yang sama dikalikan 100% dalam kurun waktu yang sama (Kementerian Kesehatan RI, 2015). Menurut Kartasasmita (2010) imunisasi DPT adalah salah satu pencegahan spesifik pneumonia melalui vaksin secara langsung.

Persentase Rumah Tangga Ber-PHBS

- Rumah tangga ber perilaku hidup bersih dan sehat, yang meliputi 10 indikator, yaitu pertolongan persalinan oleh tenaga kesehatan, bayi diberi ASI eksklusif, balita ditimbang setiap bulan, menggunakan air bersih, mencuci tangan dengan air bersih dan sabun, menggunakan jamban sehat, memberantas jentik di rumah sekali seminggu, makan sayur dan buah setiap hari, melakukan aktivitas fisik setiap hari dan tidak merokok di dalam rumah. Persentase RT ber-PHBS diperoleh dari banyaknya RT ber-PHBS dibagi dengan banyaknya RT yang diamati dikalikan 100% (Kementerian Kesehatan RI, 2015).

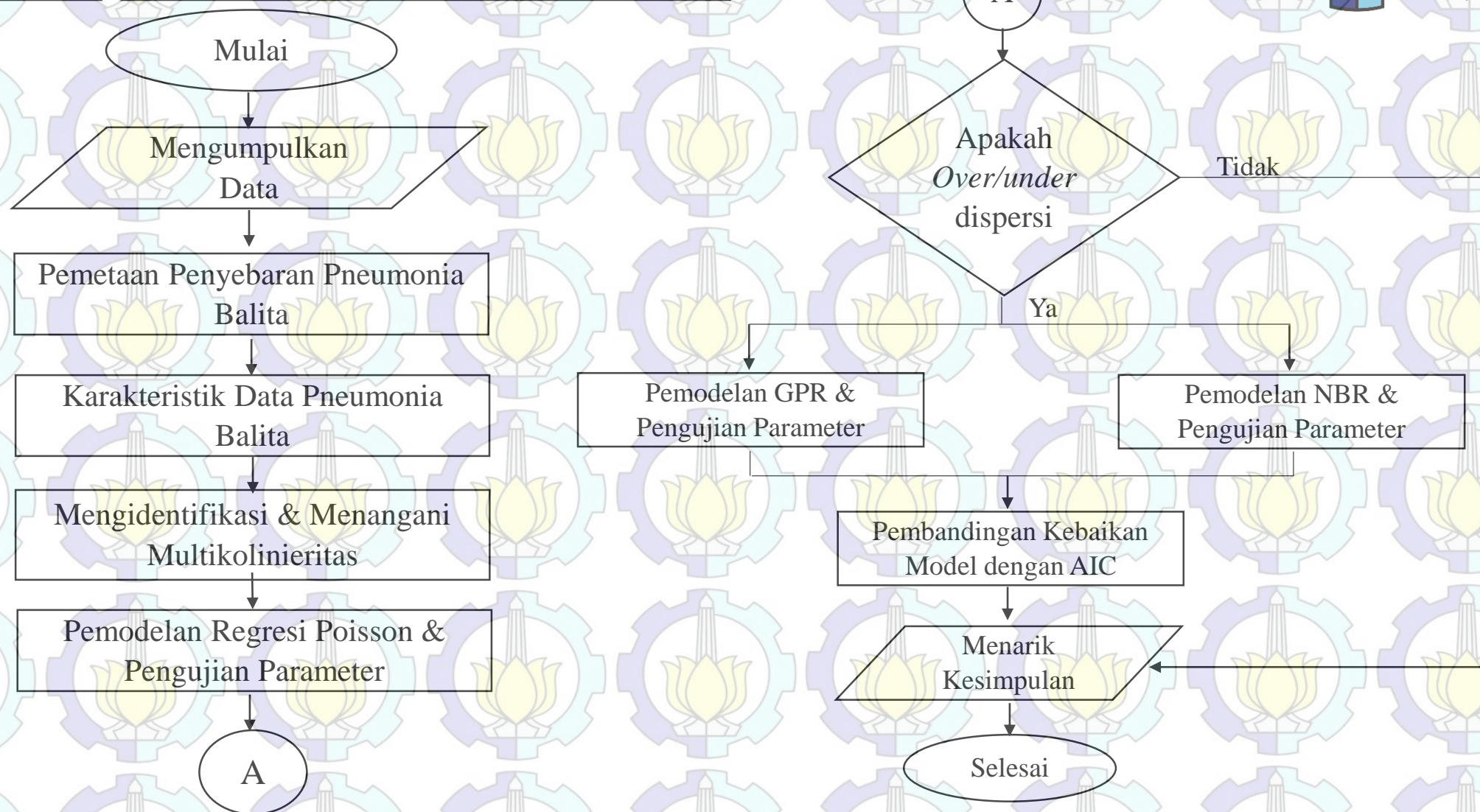
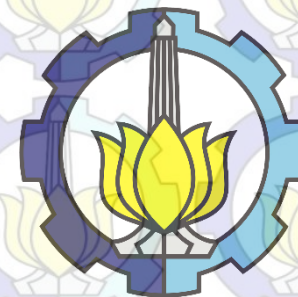
Persentase Desa/Kelurahan dengan UCI

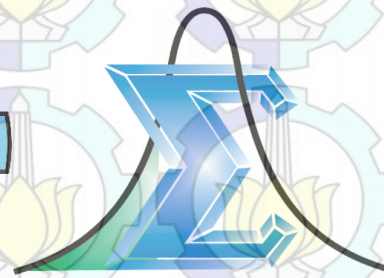
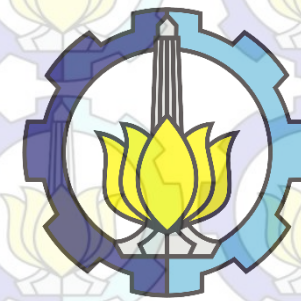
- Desa/Kelurahan *Universal Child Immunization* (UCI) adalah desa/kelurahan dimana $\geq 80\%$ dari jumlah bayi yang ada di desa tersebut sudah mendapat imunisasi dasar lengkap pada tahun 2014. Persentase desa/kelurahan dengan UCI diperoleh dari desa/kelurahan UCI dibagi dengan banyaknya desa/kelurahan dalam satu kabupaten/kota tertentu (Kementerian Kesehatan RI, 2015).

Kepadatan Penduduk per-km Persegi

- Kepadatan penduduk adalah jumlah penduduk di satu kabupaten/kota tertentu setiap 1 kilometer persegi tahun 2014. Kepadatan penduduk diperoleh dari hasil bagi jumlah penduduk di suatu wilayah tertentu dengan luas wilayah tersebut dalam kilometer persegi dalam kurun waktu yang sama (Kementerian Kesehatan RI, 2015).

Diagram Alir





Analisis & Pembahasan

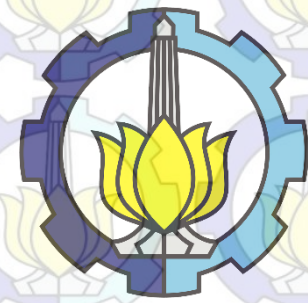
Karakteristik Data

Regresi Poisson

Regresi Binomial Negatif

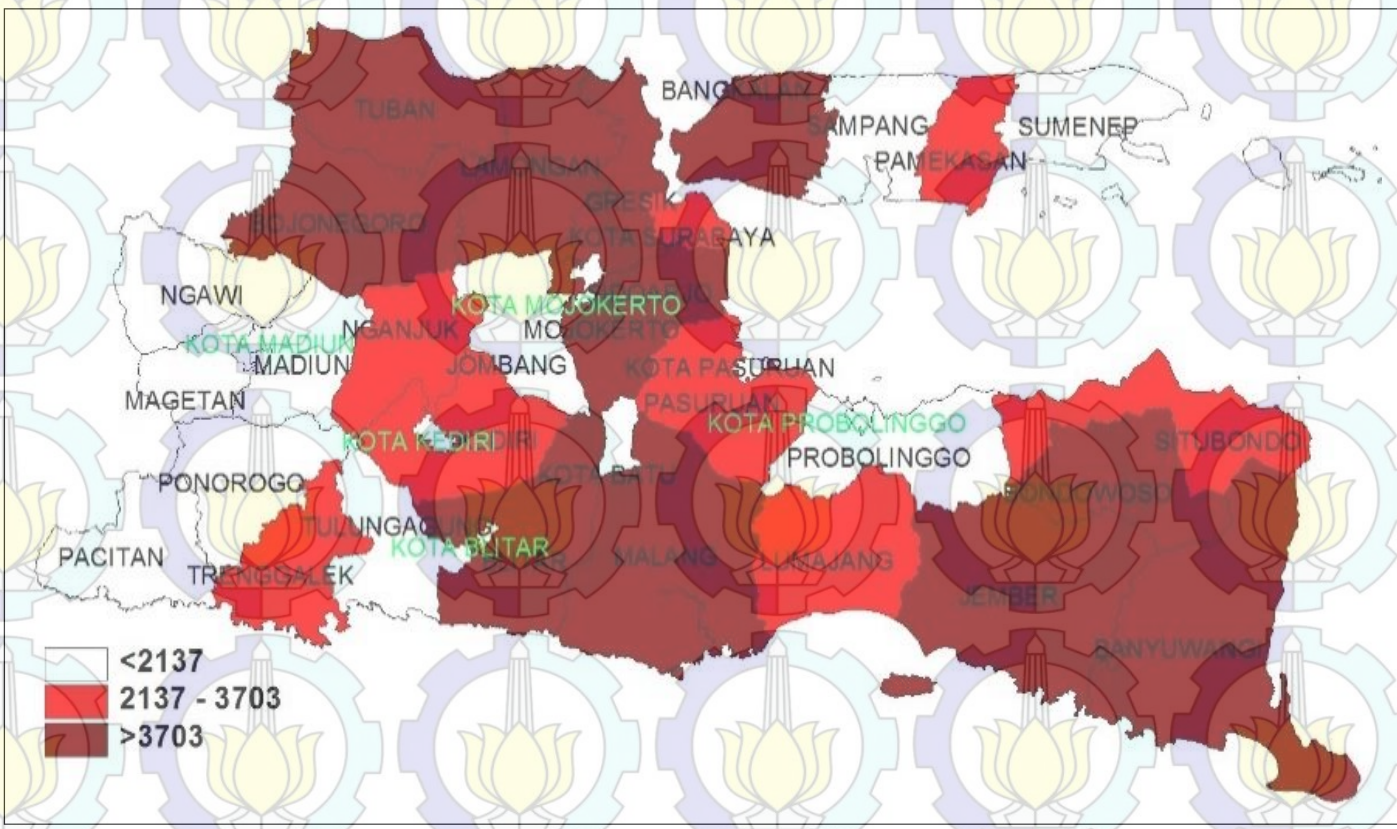
Regresi *Generalized Poisson*

Pemilihan Model Terbaik

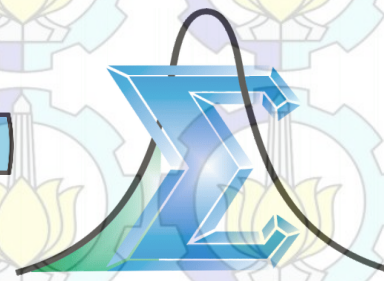
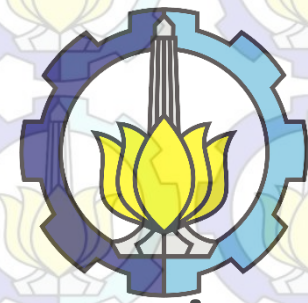


Karakteristik Banyaknya

Kejadian Pneumonia Balita di Jawa Timur



Variabel	Y
Rata-rata	2920
Varians	8183166
Minimum	193
Maximum	11504



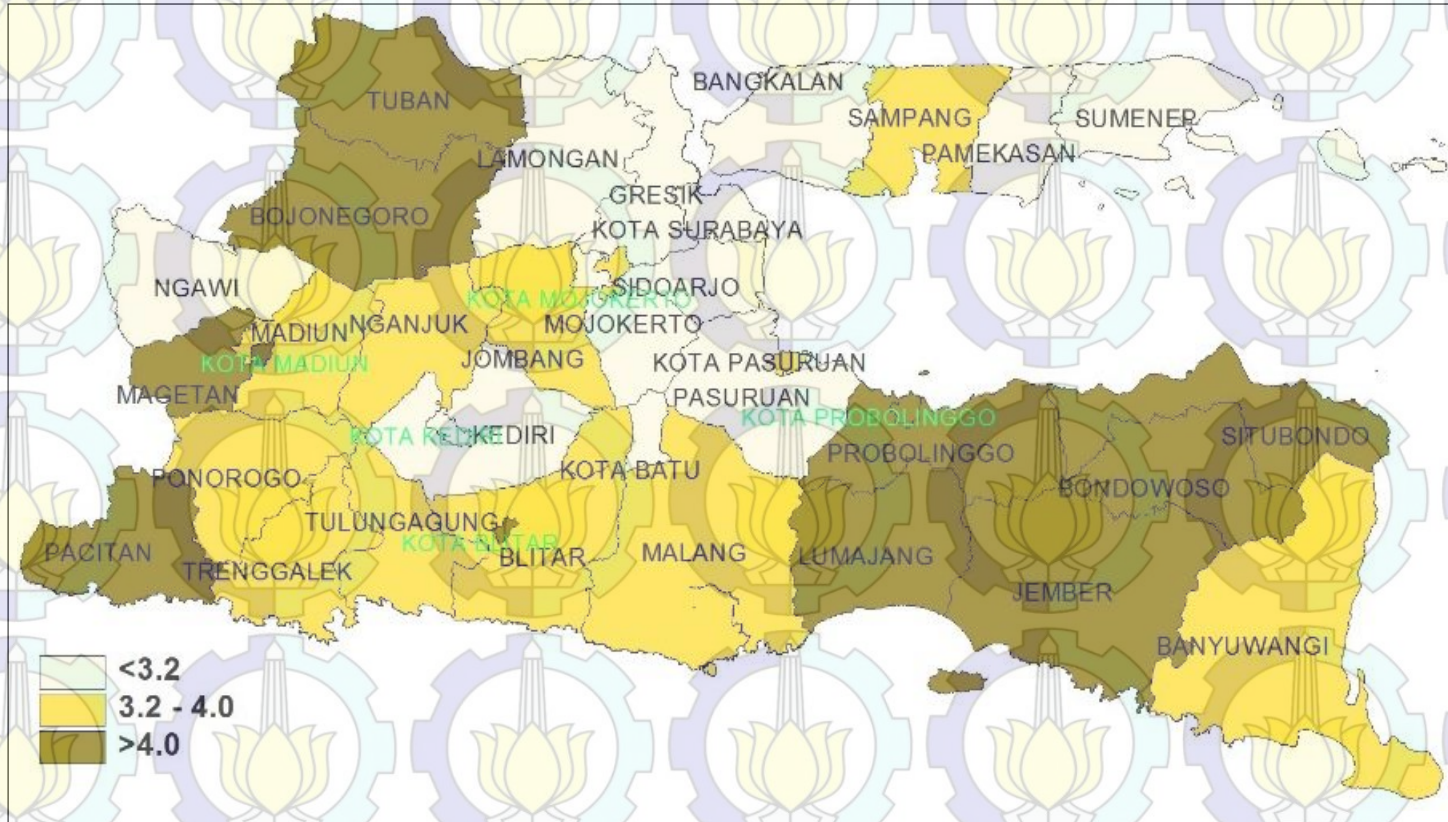
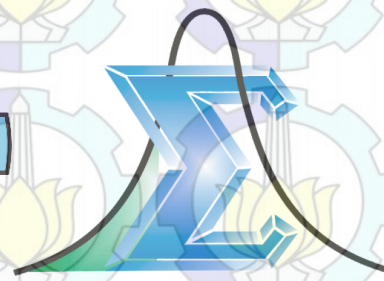
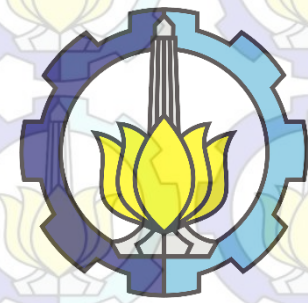
Karakteristik Faktor yang Mempengaruhi Banyaknya Kejadian Pneumonia Balita di Jawa Timur

Korelasi antar Variabel Prediktor

Variabel	Rata-rata	Varians	Minimum	Maximum
X ₁	3,646	2,619	0,048	8,472
X ₂	97,737	28,102	88,059	110,462
X ₃	99,30	57,49	87,52	127,54
X ₄	46,29	209,51	20,06	68,67
X ₅	87,53	77,34	67,95	100
X ₆	1893	5169638	275	8683

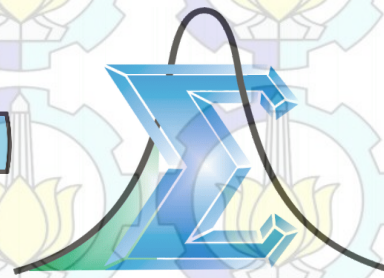
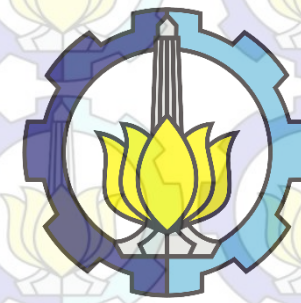
Variabel	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
X ₂	-0,309				
X ₃	-0,486	0,673			
X ₄	-0,030	-0,070	-0,148		
X ₅	0,129	0,117	-0,044	0,270	
X ₆	0,044	0,090	-0,203	0,257	0,292

Persentase Berat Bayi Lahir Rendah



Contoh Pemetaan Salah Satu Variabel prediktor yang digunakan

Multikolinieritas



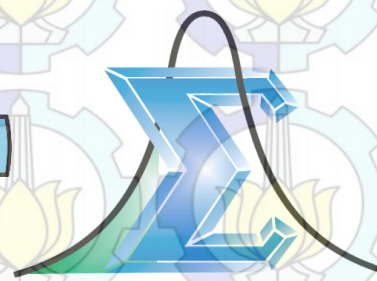
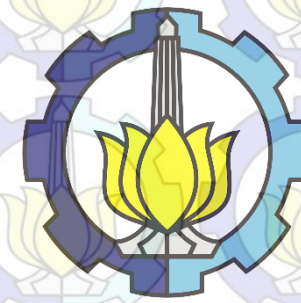
Variabel	VIF
X_1	1,373
X_2	2,063
X_3	2,499
X_4	1,161
X_5	1,201
X_6	1,279

Terjadi Multikolinieritas jika nilai VIF lebih besar dari 10

Regresi Poisson

Kombinasi variabel prediktor dari Regresi poisson yang mungkin sebanyak 63 model Regresi. Berikut adalah ringkasan dari 63 regresi yang memiliki AIC Terkecil

Variabel	Parameter Signifikan	AIC	Deviance/df
X_1	β_0, β_1	88153	2438,81
X_1, X_2	$\beta_0, \beta_1, \beta_2$	84737	2410,83
X_1, X_2, X_3	$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$	83960	2458,82
X_1, X_2, X_3, X_4	$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$	78663	2372,76
X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$	77174	2400,31
$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$	$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$	69164	2219,29



Uji Serentak

Hipotesis

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

H_1 : minimal ada satu k :

sehingga $\beta_k \neq 0 ; k = 1, 2, \dots, p$

$D(\hat{\beta})$	df	$\chi^2_{(\alpha; p)}$
68798	6	10,645

Regresi Poisson (2)

Uji Parsial

Parameter	Estimasi	Standar Error	Z	P-value
β_0	2,6010	0,0700	37,18	<0,0001
β_1	-0,1547	0,0023	-66,49	<0,0001
β_2	0,0624	0,0009	68,10	<0,0001
β_3	-0,0260	0,0007	-38,97	<0,0001
β_4	0,0154	0,0002	65,87	<0,0001
β_5	0,0213	0,0004	55,08	<0,0001
β_6	-0,0001	0,0000	-84,01	<0,0001

Estimasi Parameter Model Regresi Poisson Terbaik

$$\hat{\mu} = \exp \left(\begin{array}{l} 2.601 - 0,155X_1 + 0,062X_2 - 0,026X_3 + 0,015X_4 \\ + 0,021X_5 - 0,0001X_6 \end{array} \right)$$

Overdispersi

H_0 : Tidak terjadi overdispersi

H_1 : Terjadi overdispersi

Statistik Uji : Deviance Residual/df

Daerah Penolakan

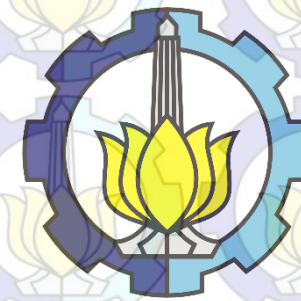
Tolak jika H_0 Deviance/df lebih besar dari 1

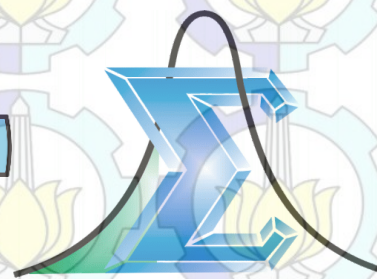
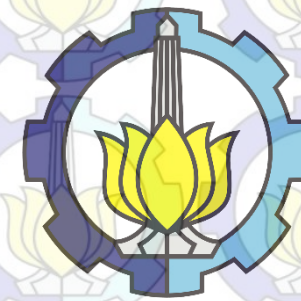
Statistik Uji :
df Residual : 31
Deviance/df: 2219.29

Asumsi Equidispersi tidak
terpenuhi

Alternatif Jika Asumsi Equidispersi
Regresi Poisson tidak terpenuhi:

- GPR
- NBR





Uji Serentak

Kombinasi variabel prediktor dari Regresi Binomial Negatif yang mungkin sebanyak 63 model Regresi. Berikut adalah ringkasan dari 63 regresi yang memiliki AIC Terkecil

Variabel	Parameter Signifikan	AIC	Parameter Dispersi
X_1	β_0	684,83	0,90085
X_1, X_6	β_0, β_1	685,80	0,90150
X_1, X_3, X_6	β_0	687,89	0,87950
X_1, X_2, X_3, X_6	β_1, β_2	686,67	0,92475
X_1, X_2, X_3, X_5, X_6	$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_6$	686,22	0,95566
$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$	$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_6$	688,45	0,92928

Hipotesis

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

H_1 : minimal ada satu k ; sehingga $\beta_k \neq 0 ; k = 1, 2, \dots, p$

$D(\hat{\beta})$	df	$\chi^2_{(\alpha; p)}$
40,359	5	9,236

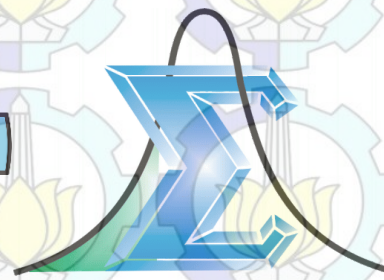
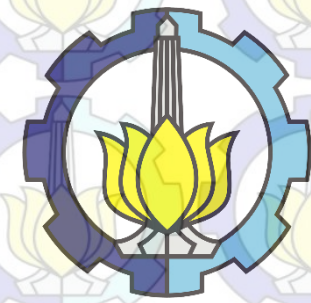
NBR (2)

Uji Parsial

Parameter	Estimasi	Standar Error	z	P-value
β_0	4,7520	3,1230	1,52	0,1376
β_1	-0,1955	0,1066	-1,84	0,0756
β_2	0,0909	0,0404	2,25	0,0312
β_3	-0,0484	0,0312	-1,55	0,1308
β_6	-0,0001	0,0001	-1,67	0,1045

$$\ln(\hat{\mu}) = 3,127 - 0,227 X_1 + 0,092 X_2 - 0,057 X_3 + 0,029 X_5 - 0,0001 X_6$$

GPR



Variabel	Parameter Signifikan	Devians	Parameter Dispersi	AIC
X_1	β_0	682,5	0,02687	688,5
X_1, X_6	β_0	681,7	0,02658	689,7
X_1, X_3, X_6	β_0	681,6	0,02652	691,6
X_1, X_2, X_3, X_6	-	697,8	0,03328	709,8
X_1, X_2, X_3, X_5, X_6	$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_6$	677,2	0,02493	691,2
$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$	$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_5, \beta_6$	675,1	0,02436	691,1

Uji Serentak

Hipotesis

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

H_1 : minimal ada satu k ;
sehingga $\beta_k \neq 0 ; k = 1, 2, \dots, p$

$D(\hat{\beta})$	df	$\chi^2_{(\alpha; p)}$
675,1	6	10,645

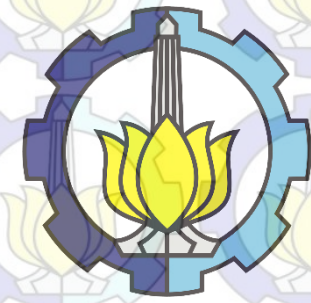
GPR (2)

Uji Parsial

Parameter	Estimasi	Standar Error	z	P-value
β_0	0,6900	3,6542	0,19	0,8512
β_1	-0,3308	0,1371	-2,41	0,0207
β_2	0,1768	0,0686	2,58	0,0139
β_3	-0,1310	0,0562	-2,33	0,0251
β_4	-0,0286	0,0192	-1,48	0,1461
β_5	0,0712	0,0324	2,20	0,0343
β_6	-0,0003	0,0001	-1,81	0,0778

$$\hat{\mu} = \exp \left(\begin{array}{l} 0,6900 - 0,3308X_1 + 0,1768X_2 - 0,1310X_3 - 0,0286X_4 \\ +0,07115X_5 - 0,00026X_6 \end{array} \right)$$

Model Terbaik

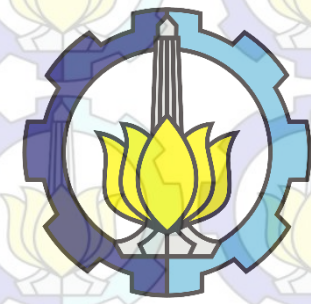


Metode	AIC	Parameter Signifikan	Overdispersi
Regresi Poisson	69164,00	$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$	Ya
NBR	686,22	$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_6$	Teratasi
GPR	691,10	$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_5, \beta_6$	Teratasi



**TIDAK JAUH BERBEDA SEHINGGA
DIGUNAKAN MSE SEBAGAI
KRITERIA ALTERNATIF**

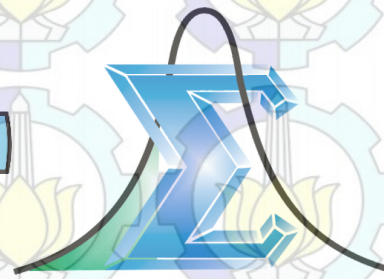
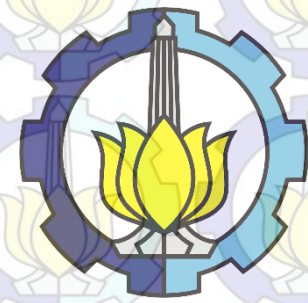
Model Terbaik



Metode	Variabel	Parameter Signifikan	SSE	df	MSE
GPR	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$	$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_5, \beta_6$	1.170.480.555	32	36.577.517,33
NBR	X_1, X_2, X_3, X_5, X_6	$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_6$	268.651.330	33	8.140.949,40



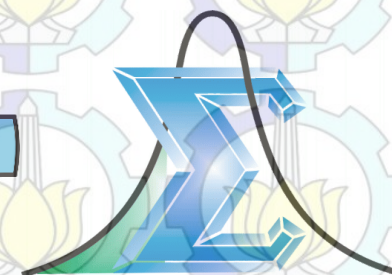
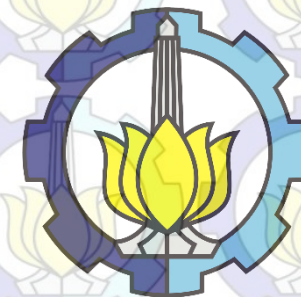
Model Terbaik NBR



Kesimpulan & Saran

Kesimpulan

Saran

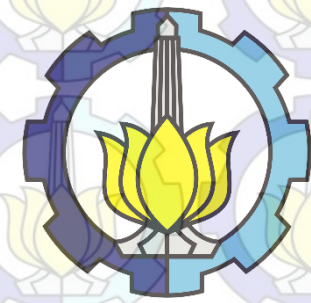


Kesimpulan

Secara umum, gambaran kasus pneumonia balita di Jawa Timur masih tinggi pada tahun 2014 dengan rata-rata 2920 kejadian per-kabupaten kota. Secara keseluruhan persentase cakupan imunisasi BCG, DPT, dan desa/kelurahan dengan UCI sudah hampir merata dan menyeluruh, namun persentase berat badan bayi lahir rendah masih tinggi dengan rata-rata 3,646%. Kepadatan penduduk di setiap kabupaten/kota relatif tinggi, namun persentase RT yang sudah ber-PHBS masih tergolong rendah dengan rata-rata 46,29%.

Model terbaik yang didapatkan adalah model dengan metode Regresi Binomial Negatif. Variabel yang mempengaruhi pneumonia balita secara signifikan adalah persentase berat badan bayi lahir rendah, persentase cakupan imunisasi BCG pada Bayi, Persentase cakupan imunisasi DPT, dan Kepadatan penduduk.

Saran

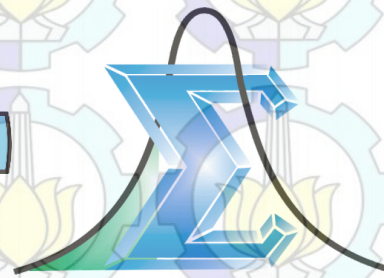
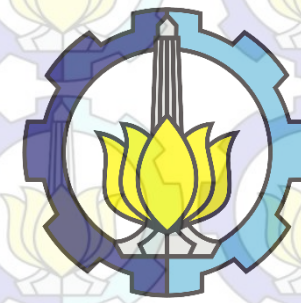


Pemerintah daerah dan institusi terkait perlu memperhatikan faktor-faktor resiko tersebut untuk mempertahankan dan meningkatkan cakupan imunisasi pada bayi dan balita, mengurangi kepadatan penduduk dan memberikan sosialisasi/penyuluhan tentang perilaku hidup bersih dan sehat serta tentang pentingnya asupan gizi yang seimbang untuk ibu hamil

Penelitian selanjutnya diharapkan mampu mendeteksi kasus multikolinieritas dalam hubungan non-linier agar interpretasi hasil dapat sesuai & Memperhatikan aspek spasial (menggunakan metode regresi spasial)



Daftar Pustaka



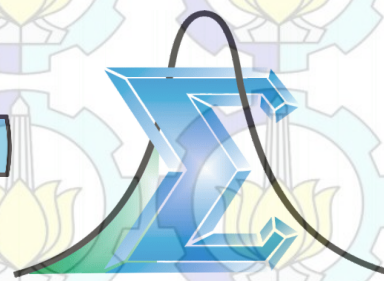
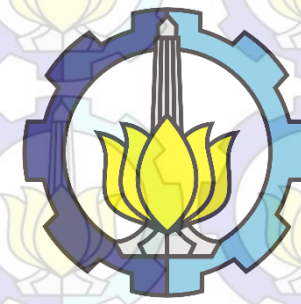
- Agresti, Alan. 2002. *An Introduction to Categorical Data Analysis*. 2nd Ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Bozdogan, H. 2000. *Akaike's Information Criterion and Recent Development in Inforation Complexity*, *Mathematical Psychology*,44,62-91
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. 1998. *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2002. *Pedoman Program Pemberantasan Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut untuk Penanggulangan Pneumonia pada Balita*. Jakarta: Penerbit Mutiara
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2014. *Profil Kesehatan Indonesia 2013*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2015. *Profil Kesehatan Indonesia 2014*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Drapher, N., & Smith, H. 1992. *Analisis Regresi Terapan*. Jakarta: Gramedia.
- Famoye, F., Wulu, J.T. dan Singh, K.P. 2004. *On The Generalized Poisson Regression Model with an Apllication to Accident Data*. *Journal of Data Science* 2 (2004) 287-295.
- Greene, W. 2008. *Functional Forms For The Negative Binomial Model For Count Data*. *Foundations and Trends in Econometrics*. Working Paper, Department of Economics, Stern School of Business, New York University, 2008: 585-590.
- Hocking, R. 1996. *Methods and Application of Liniar Models*. New York: John Wiley & Sons, Inc

Daftar Pustaka (2)



- Kleinbaum, D.G., Kupper, L.L., Muller, K. E. 1988. *Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods*. The University of North Carolina at Chapel Hill, end ed. Boston: PWS-Kent Publ. Co.
- Kusumawati, N. Y. 2013. *Pengelompokan Faktor-faktor Kabupaten/Kota di Jawa Timur Berdasarkan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pneumonia pada Balita*. Surabaya: ITS.
- Mansjoer dkk. 2000. *Kapita Selekta Kedokteran. Edisi 3 Jilid I*. Jakarta : Media Aesculapis FKUI
- Mattjik, A. A & Sumertajaya, I. M. 2000. *Perancangan Percobaan dengan aplikasi SAS dan Minitab Jilid I*. Bogosr: IPB Press
- McCullagh, P. & Nelder, J.A. 1992. *Generalized Linear Models*, 2nd Ed. London: Chapman % Hall.
- Myers, R.H. 1990. *Classical and Modern Regression with Application*. 2nd Ed. Boston:PWS-KENT Publishing Company.
- Riset Kesehatan Dasar. 2007. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan, Republik Indonesia.
- Rudan I, Boschi-Pinto C, Biloglav Z, Mulholland K, Campbel H. 2008. *Epidemiology and Etiology of Childhood Pneumonia*. *Bull World Health Organization* 2008, 86 (5):408-416.
- Santoso, F. P. 2012. *Faktor-faktor Eksternal Pneumonia pada Balita di Jawa Timur Dengan Pendekatan Geographically Weighted Regression (GWR)*. Surabaya: ITS
- Said, Mardjanis. 2010. *Pengendalian Pneumonia Anak-Balita dalam Rangka Pencapaian MDG 4*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Walpole, R. E. 1995. *Pengantar Metode Statistika*. Terjemahan Bambang Sumantri. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Daftar Pustaka (3)



WHO. 2010. *Pneumonia*. <http://www.who.int/mediacentre>. [Diakses pada 25 Januari 2016]

Yuwono, T. A. 2008. *Faktor-faktor Lingkungan Fisik Rumah yang Berhubungan dengan Kejadian Pneumonia pada Anak Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Kawunganten Kabupaten Cilacap*. Semarang: Universitas Diponegoro.