



TUGAS AKHIR - SS 145561

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI  
JUMLAH PENDERITA TUBERKULOSIS DI  
KABUPATEN PROBOLINGGO TAHUN 2014  
MENGUNAKAN PENDEKATAN *GENERALIZED  
POISSON REGRESSION* (GPR)

IKE MEILANIA  
NRP 1313 030 091

Dosen Pembimbing  
Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes

PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
JURUSAN STATISTIKA  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



**TUGAS AKHIR - SS 145561**

**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI  
JUMLAH PENDERITA TUBERKULOSIS DI  
KABUPATEN PROBOLINGGO TAHUN 2014  
MENGUNAKAN PENDEKATAN *GENERALIZED  
POISSON REGRESSION (GPR)***

**IKE MEILANIA  
NRP 1313 030 091**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
JURUSAN STATISTIKA  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016**



**FINAL PROJECT - SS 145561**

**THE NUMBER OF TUBERCULOSIS CASES  
FACTORS IN PROBOLINGGO DISTRICT IN 2014  
USING GENERALIZED POISSON REGRESSION  
(GPR) METHOD**

**IKE MEILANIA  
NRP 1313 030 091**

**Supervisor  
Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes**

**DIPLOMA III STUDY PROGRAM  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
Faculty of Mathematics and Natural Science  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JUMLAH  
PENDERITA TUBERKULOSIS DI KABUPATEN  
PROBOLINGGO TAHUN 2014 MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN *GENERALIZED POISSON REGRESSION*  
(GPR)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
pada

Program Studi Diploma III Jurusan Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Ike Meilania**  
NRP. 1313 030 091

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes  
NIP. 19571007 198303 2 001

Mengetahui  
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS

  
Dr. Suhartono  
NIP. 19710929 199512 1 001

  
KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN INFORMATIKA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
JURUSAN STATISTIKA

SURABAYA, JUNI 2016

**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JUMLAH  
PENDERITA TUBERKULOSIS DI KABUPATEN  
PROBOLINGGO TAHUN 2014 MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN *GENERALIZED POISSON REGRESSION*  
(GPR)**

**Nama Mahasiswa** : Ike Meilania  
**NRP** : 1313 030 091  
**Program Studi** : Diploma III  
**Jurusan** : Statistika FMIPA ITS  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes

**Abstrak**

*Tuberkolusis (TB) adalah suatu penyakit menular yang disebabkan bakteri Mycobacterium Tuberkulosis yang dapat menyerang organ tubuh, terutama paru-paru. Jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo tahun 2014 sebesar 1.278 penderita. Oleh karena itu, perlu diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit tuberkulosis. Data jumlah penderita tuberkulosis merupakan data count yang mempunyai varians lebih besar dibandingkan dengan rata-ratanya (overdispersi). Untuk menangani masalah overdispersi dapat dilakukan pemodelan dengan Generalized Poisson Regression (GPR). Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diketahui penderita tuberkulosis paling banyak terdapat di Kecamatan Kraksaan dan yang paling rendah terdapat di Kecamatan Sumber. Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo adalah persentase rumah tangga ber-PHBS ( $X_1$ ), persentase penduduk yang memiliki akses sanitasi layak ( $X_2$ ), persentase rumah sehat ( $X_3$ ), persentase penduduk miskin ( $X_6$ ), dan kepadatan penduduk ( $X_7$ ).*

**Kata Kunci** : AIC, Generalized Poisson Regression, Tuberkulosis



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# THE NUMBER OF TUBERCULOSIS CASES FACTORS IN PROBOLINGGO DISTRICT IN 2014 USING GENERALIZED POISSON REGRESSION (GPR) METHOD

**Student Name** : Ike Meilania  
**NRP** : 1313 030 091  
**Programme** : Diploma III  
**Department** : Statistics FMIPA ITS  
**Academic Supervisor** : Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes

## Abstract

*Tuberculosis (TB) is an infectious disease caused by mycobacterium tuberculosis which can strike organ, especially the lungs. The number of tuberculosis cases in Probolinggo District in 2014 reach 1.278 patients. Therefore, it is important to know the factors that affect tuberculosis. The number of tuberculosis patients data is having greater variances than its average (overdispersi). Overdispersi can be handled by modelling the data using Generalized Poisson Regression (GPR) method. Analysis result conclude that tuberculosis patients are mostly found in Subdistrict Kraksaan and hardly found in Subdistrict Sumber. The factors that affecting the number of tuberculosis patients in Probolinggo are the the percentage of clean and healthy households behaviour living ( $X_1$ ), the percentage of proper sanitation access ( $X_2$ ), the percentage of healthy house ( $X_3$ ), percentage of poor people ( $X_6$ ), and population density ( $X_7$ ).*

**Keyword:** AIC, Generalized Poisson Regression, Tuberculosis



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JUMLAH PENDERITA TUBERKULOSIS DI KABUPATEN PROBOLINGGO TAHUN 2014 MENGGUNAKAN PENDEKATAN *GENERALIZED POISSON REGRESSION (GPR)*”**. Dalam penyusunan laporan ini, penulis banyak mendapat pengarahan, bimbingan dan saran yang bermanfaat dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis dalam kesempatan ini mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Mutiah Salamah, M.Kes selaku dosen pembimbing yang mendukung dan memberikan masukan serta bimbingan selama penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si dan Ibu Dra. Destri Susilaningrum M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dan bantuan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Suhartono selaku Ketua Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
4. Bapak Dr. Wahyu Wibowo S.Si, M.Si selaku Ketua Program Studi Diploma III Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
5. Ibu Dr. Santi Puteri Rahayu, S.Si, M.Si selaku dosen wali yang selama perkuliahan sangat membantu penulis.
6. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT selaku Ketua Program Studi Diploma III Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Tahun 2015/2016.
7. Dinas Kesehatan Kabupaten Probolinggo yang telah membantu penulis sebagai sumber data dalam Tugas Akhir ini.

8. Seluruh Ibu-Bapak dosen Jurusan Statistika atas segala ilmu yang diberikan dan kesabaran yang dilimpahkan. Serta seluruh staf dan karyawan Jurusan Statistika atas kerja keras dan bantuannya selama ini.
9. Orang tua yang mendukung baik secara moril maupun finansial. Terima kasih banyak atas motivasi dan semangatnya selama ini.
10. Kakak dan adik-adik ku tercinta yang selalu memberikan semangat dan motivasi.
11. Kepada teman-teman Angkatan 2013 Jurusan Statistika ITS khususnya prodi Diploma III yang telah memberikan dukungannya kepada penulis.
12. Pihak-pihak yang sudah banyak membantu dalam proses pengerjaan laporan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, maka dengan segala kerendahan hati kepada semua pihak untuk memberikan kritik dan saran demi adanya perbaikan atas isi dari laporan ini ke depannya. Besar harapan penulis agar informasi sekecil apapun dalam Tugas Akhir ini akan dapat menambah wawasan pengetahuan dan bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Juni 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PAGE TITLE</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Statistika Deskriptif.....	5
2.2 Multikolinieritas .....	6
2.3 Regresi Poisson .....	7
2.3.1 Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson ....	9
2.3.2 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson.....	11
2.3.3 Overdispersi pada Regresi Poisson .....	12
2.4 <i>Generalized Poisson Regression (GPR)</i> .....	12
2.4.1 Penaksiran Parameter GPR .....	13
2.4.2 Pengujian Parameter GPR .....	13
2.4.3 AIC .....	14
2.5 Tuberkulosis .....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Sumber Data .....	19
3.2 Variabel Penelitian .....	19
3.3 Langkah Analisis .....	20
3.4 Diagram Alir.....	21

## **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

4.1	Karakteristik Penderita Tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo Tahun 2014 .....	23
4.2	Pemodelan Jumlah Penderita Tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo .....	32
4.2.1	Pemeriksaan Multikolinieritas .....	32
4.2.2	Pemodelan Jumlah Penderita Tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo Menggunakan Analisis Regresi Poisson .....	33
4.2.3	Pemodelan Jumlah Penderita Tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo Menggunakan Analisis <i>Generalized Poisson Regression</i> (GPR) .....	35

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

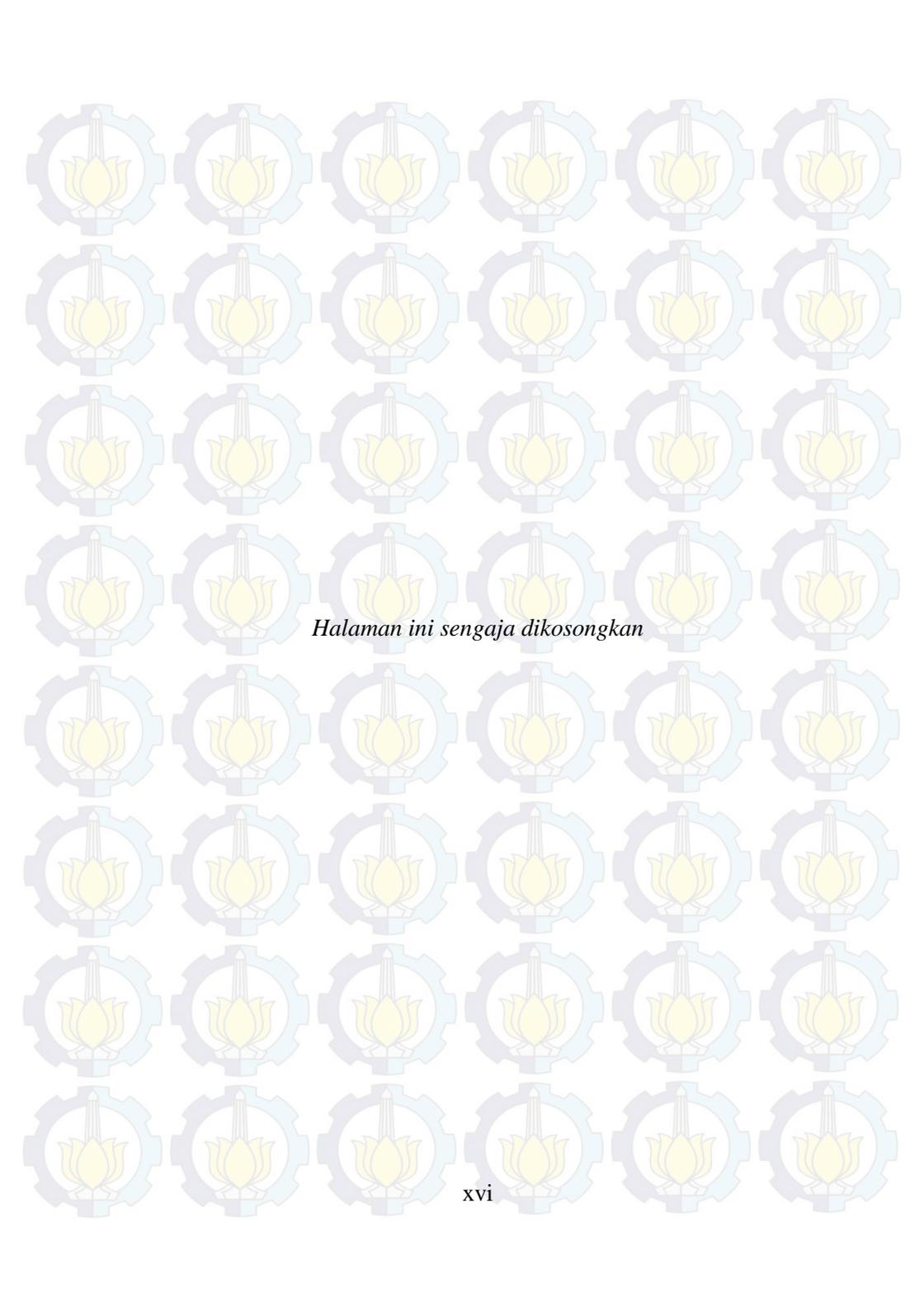
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran.....	39

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>45</b>
----------------------	-----------

## DAFTAR GAMBAR

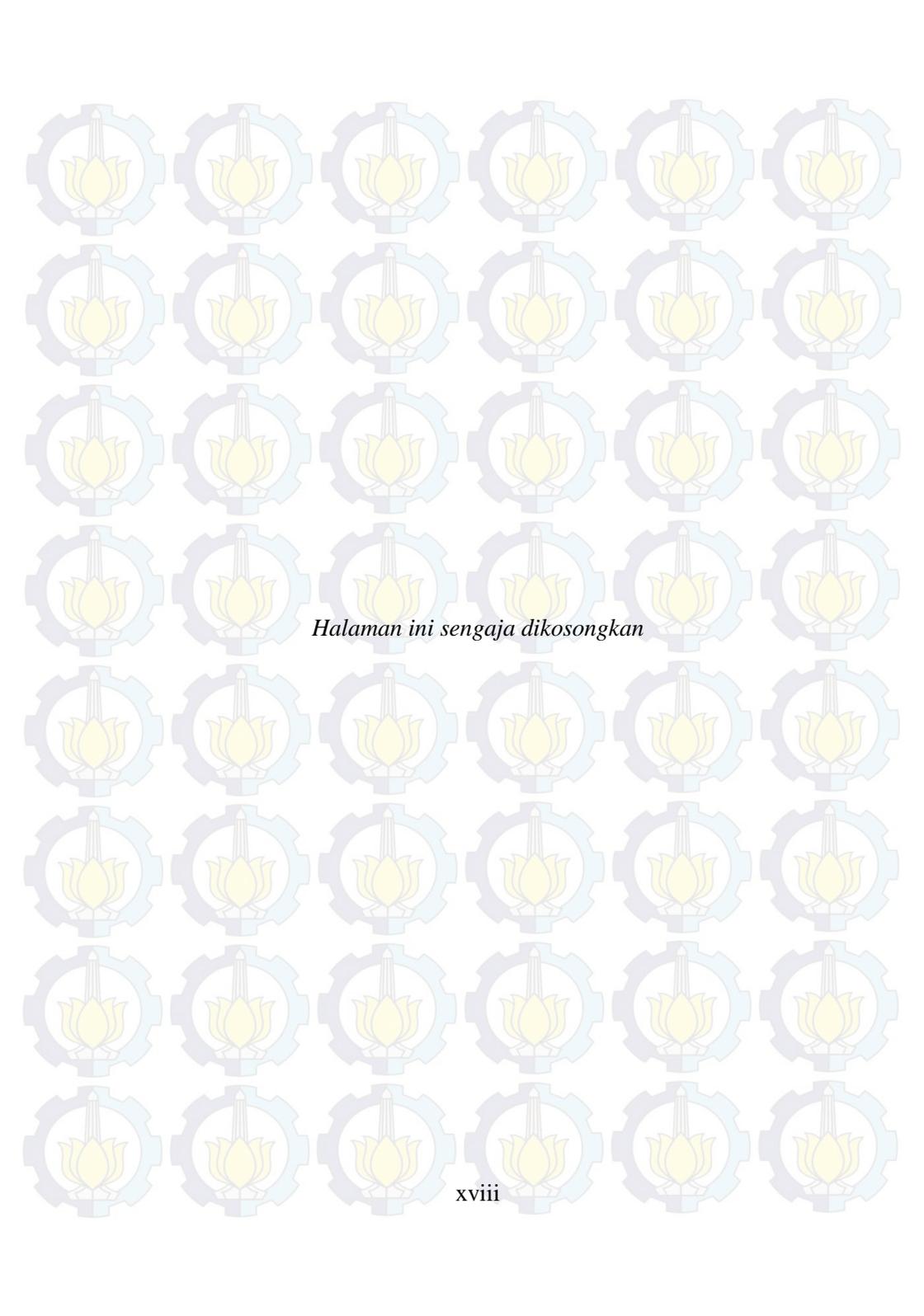
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alir .....	21
<b>Gambar 4.1</b>	Jumlah Penderita Tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo .....	25
<b>Gambar 4.2</b>	Persebaran Jumlah Penderita Tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo .....	26
<b>Gambar 4.3</b>	Persebaran Persentase Penduduk Ber-PHBS .....	27
<b>Gambar 4.4</b>	Persebaran Persentase Keluarga dengan Kepemilikan Sarana Sanitasi Layak .....	27
<b>Gambar 4.5</b>	Persebaran Persentase Rumah Sehat .....	28
<b>Gambar 4.6</b>	Persebaran Persentase Penderita HIV .....	29
<b>Gambar 4.7</b>	Persebaran Persentase Tenaga Medis .....	30
<b>Gambar 4.8</b>	Persebaran Persentase Penduduk Miskin .....	31
<b>Gambar 4.9</b>	Persebaran Kepadatan Penduduk .....	32



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR TABEL

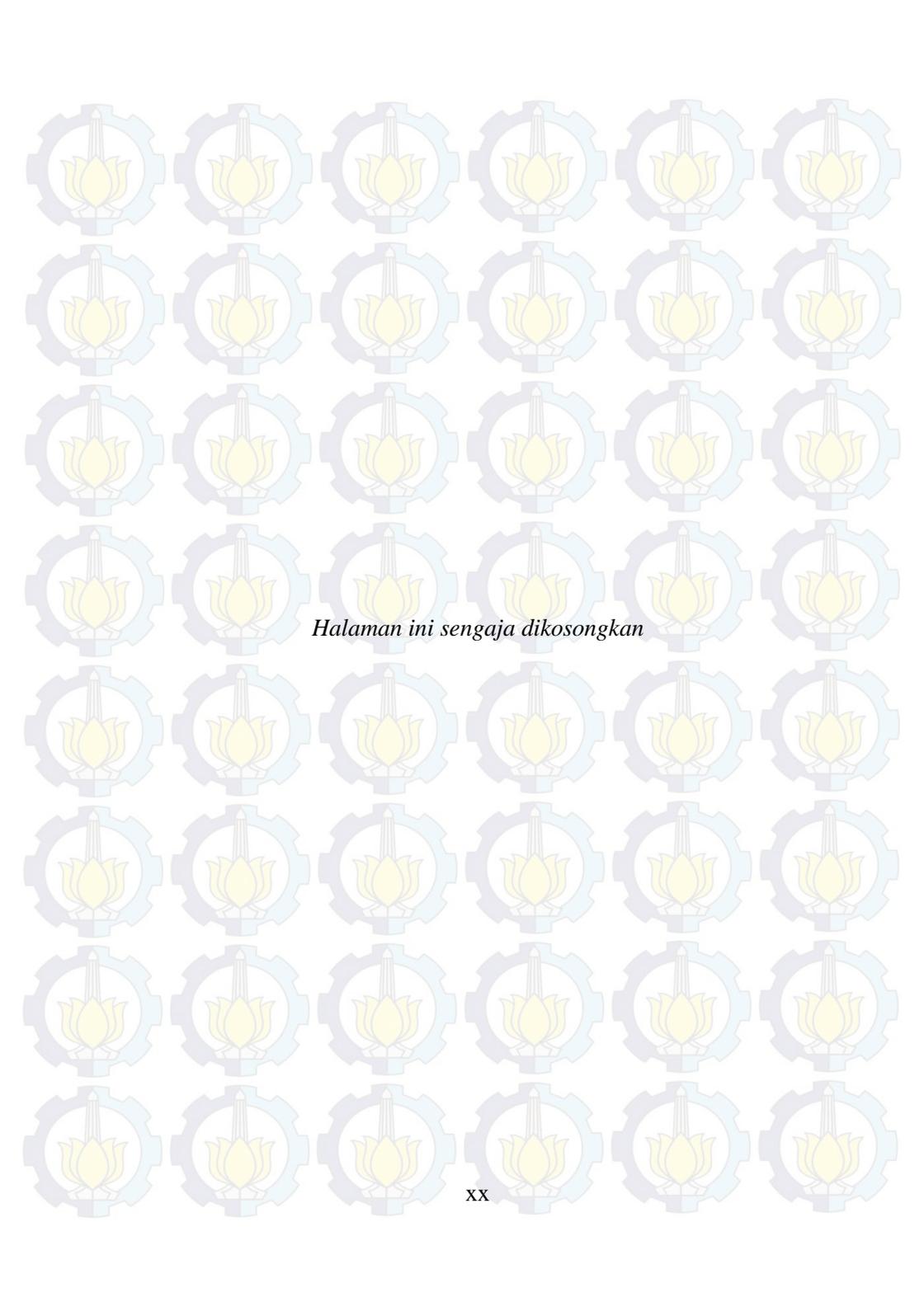
<b>Tabel 3.1</b>	Variabel Penelitian .....	19
<b>Tabel 4.1</b>	Karakteristik Penderita Tuberkulosis .....	23
<b>Tabel 4.2</b>	Nilai VIF dari Variabel Prediktor .....	33
<b>Tabel 4.3</b>	Estimasi Parameter Model Regresi Poisson .....	33
<b>Tabel 4.4</b>	Nilai <i>Deviance</i> dan <i>Persons's Chi-Square</i> Model Regresi Poisson .....	35
<b>Tabel 4.5</b>	Model GPR dari Kombinasi Variabel Prediktor .....	36
<b>Tabel 4.6</b>	Estimasi Parameter Model GPR .....	36



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Data Jumlah Penderita Tuberkulosis dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya.....	45
<b>Lampiran 2.</b> Statistika Deskriptif .....	46
<b>Lampiran 3.</b> Korelasi Antar Variabel Prediktor .....	47
<b>Lampiran 4.</b> Nilai VIF dari Tujuh Variabel Prediktor .....	48
<b>Lampiran 5.</b> Macro SAS Regresi Poisson .....	49
<b>Lampiran 6.</b> Output SAS Regresi Poisson.....	50
<b>Lampiran 7.</b> Macro SAS Mendapatkan Nilai <i>Devians</i> dan <i>Pearson Chi-Square</i> Regresi Poisson .....	51
<b>Lampiran 8.</b> Output SAS Nilai <i>Devians</i> dan <i>Pearson Chi-Square</i> Regresi Poisson .....	52
<b>Lampiran 9.</b> Macro SAS untuk GPR (Y dengan $X_7$ ) .....	53
<b>Lampiran 10.</b> Output SAS untuk GPR (Y dengan $X_7$ ) .....	54
<b>Lampiran 11.</b> Macro SAS untuk GPR (Y dengan $X_1 X_7$ ).....	55
<b>Lampiran 12.</b> Output SAS untuk GPR (Y dengan $X_1 X_7$ ).....	56
<b>Lampiran 13.</b> Macro SAS untuk GPR (Y dengan $X_1 X_3 X_7$ )..	57
<b>Lampiran 14.</b> Output SAS untuk GPR (Y dengan $X_1 X_3 X_7$ ) .	58
<b>Lampiran 15.</b> Macro SAS untuk GPR (Y dengan $X_1 X_2 X_3 X_7$ ) .....	59
<b>Lampiran 16.</b> Output SAS untuk GPR (Y dengan $X_1 X_2 X_3 X_7$ ) .....	60
<b>Lampiran 17.</b> Macro SAS untuk GPR (Y dengan $X_1 X_2 X_3 X_6 X_7$ ) .....	61
<b>Lampiran 18.</b> Output SAS untuk GPR (Y dengan $X_1 X_2 X_3 X_6 X_7$ ) .....	62
<b>Lampiran 19.</b> Macro SAS untuk GPR (Y dengan $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_7$ ) .....	63
<b>Lampiran 20.</b> Output SAS untuk GPR (Y dengan $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_7$ ) .....	64
<b>Lampiran 21.</b> Macro SAS untuk GPR (Y dengan $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7$ ) .....	65
<b>Lampiran 22.</b> Output SAS untuk GPR (Y dengan $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7$ ) .....	66



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Tuberkulosis (TB) adalah suatu penyakit menular yang disebabkan bakteri *Mycobacterium Tuberculosis* yang dapat menyerang organ, terutama paru-paru. Penyakit TB bila tidak diobati atau pengobatannya tidak tuntas dapat menimbulkan komplikasi berbahaya hingga kematian (Pusdatin, 2015). Penularan utama TB adalah melalui percik renik dahak yang mengandung kuman TB (*Mycobacterium tuberculosis*) saat pasien TB batuk, berbicara, menyanyi maupun bersin dan kemudian tersebar di udara. Kuman TB pada umumnya hanya ditularkan melalui udara, bukan melalui kontak permukaan (Kemenkes RI, 2014).

Beberapa penelitian sebelumnya mengenai faktor yang mempengaruhi kasus tuberkulosis, diantaranya oleh Suharyo (2013) tentang determinasi penyakit tuberkulosis di daerah pedesaan menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penderita tuberkulosis adalah pendidikan, usia, sosial ekonomi dan tempat tinggal. Pada penelitian Rida (2014) mengenai pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur dengan pendekatan *generalized poisson regression* dan *geographically weighted poisson regression*. Didapatkan hasil bahwa terjadi kasus *over dispersi*, sehingga untuk mengatasinya digunakan metode GPR. Pemodelan menggunakan GPR diperoleh hasil bahwa variabel persentase penduduk usia produktif dan persentase tempat umum dan pengelolaan makanan (TUPM) sehat berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur. Sementara pemodelan menggunakan GWPR, diperoleh tujuh kelompok wilayah berdasarkan variabel yang berpengaruh signifikan sama. Variabel yang berpengaruh signifikan adalah variabel persentase penduduk usia produktif, persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis, dan persentase TUPM sehat.

Provinsi Jawa Timur adalah salah satu provinsi dengan jumlah kasus TB yang besar. Pada tahun 2011 jumlah kasus TB BTA positif sebanyak 21.477 kasus (Dinkes Jatim, 2012). Bakteri tahan asam (BTA) adalah *Mycobacterium tuberculosis* yang merupakan bakteri berbentuk batang lurus agak bengkok, tidak membentuk spora dan termasuk bakteri aerob yang mempunyai sifat khusus yaitu tahan terhadap asam pada proses pewarnaan (asam sulfat dan asam sitrat 3%). Sedangkan pada tahun 2012, jumlah kasus TB BTA positif sebanyak 25.618 kasus (Dinkes Jatim, 2013). Hal ini terlihat bahwa kasus TB di Jawa Timur dari tahun 2011 ke 2012 meningkat. Jawa timur memiliki 38 Kabupaten/Kota dengan 5 Kabupaten/Kota sebagai daerah bermasalah kesehatan adalah Probolinggo, Bangkalan, Pamekasan, Sumenep, Sampang dan Kota Probolinggo. Kabupaten Probolinggo menempati peringkat pertama sebagai daerah bermasalah kesehatan (Pusdatin, 2014). Salah satu penyakit yang banyak diderita warga Kabupaten Probolinggo adalah tuberkulosis (Dinkes Probolinggo, 2013). Berdasarkan data yang didapat dari Dinas Kesehatan Probolinggo, sepanjang tahun 2014, tercatat ada 1.328 kasus tuberkulosis. Angka meningkat dibanding tahun 2013 yang mencatat 1.273 kasus dalam setahun (Shierly, 2015). Terdapat 24 kecamatan yang ada di Probolinggo, di setiap kecamatan ditemukan warga yang menderita penyakit tuberkulosis. Pada tahun 2014 kecamatan yang paling banyak penderita tuberkulosis adalah kecamatan Banyuwangi dengan jumlah penduduk miskin sebanyak 30.591 (BPS Probolinggo, 2015).

Faktor utama yang meningkatkan jumlah kasus tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo adalah pola hidup yang tidak sehat seperti menyepelekan kebersihan rumah. Jika rumah dalam keadaan tidak bersih maka menyebabkan penumpukan debu, sehingga akan dijadikan sebagai media yang baik bagi berkembangbiaknya kuman *Mycobacterium tuberculosis*. Faktor lain yang mempengaruhi tuberkulosis adalah rendahnya pengetahuan pasien dan keluarga tentang penyakit tuberkulosis.

Berdasarkan suatu studi yang dilakukan di Puskesmas Sukawati I, terjadi peningkatan kasus tuberkulosis yang cukup tinggi pada tahun 2011 sebanyak 10 orang, meningkat 24 orang pada tahun 2012 dan meningkat lagi 34 orang pada tahun 2013. Peningkatan ini terkait dengan tindakan pencegahan penularan termasuk minum obat secara teratur. Dari 10 orang responden, didapatkan 40% disebabkan faktor pengetahuan dan sikap seperti belum dapat mengungkapkan masalah kesehatannya dan melakukan penularan dengan benar. 30% disebabkan oleh faktor pendukung (lingkungan fisik, prasarana dan transportasi). Serta 30% disebabkan oleh faktor pendorong (sikap dan perilaku petugas kesehatan) seperti masih banyaknya pasien yang tergantung pada petugas kesehatan (Depkes RI, 2008).

Jumlah penderita tuberkulosis merupakan data count yang mengikuti distribusi poisson sehingga untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhinya dilakukan pemodelan jumlah penderita penyakit tuberkulosis menggunakan analisis regresi poisson. Dalam analisis regresi poisson asumsi *mean* sama dengan *varians* (*equidispersion*). Akan tetapi dalam banyak kasus, asumsi tersebut jarang ditemui, sehingga untuk menangani overdispersi dilakukan pemodelan dengan pendekatan *Generalized Poisson Regression* (GPR). Berdasarkan meningkatnya penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo, maka dalam penelitian ini dilakukan analisis *Generalized Poisson Regression* (GPR) yang digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita penyakit tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo tahun 2014.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah karakteristik Kabupaten Probolinggo jika ditinjau dari penderita tuberkulosis dan faktor apa saja yang berpengaruh terhadap jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo tahun

2014 menggunakan pendekatan *Generalized Poisson Regression* (GPR).

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang dibuat, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui karakteristik Kabupaten Probolinggo jika ditinjau dari penderita tuberkulosis dan faktor yang berpengaruh terhadap jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo tahun 2014 menggunakan pendekatan *Generalized Poisson Regression* (GPR).

### **1.4 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi kepada Dinas Kesehatan Kabupaten Probolinggo mengenai karakteristik Kabupaten Probolinggo jika ditinjau dari penderita tuberkulosis serta faktor yang berpengaruh terhadap jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo tahun 2014.

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah kasus tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo tahun 2014 dengan unit penelitian 24 kecamatan.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data (Walpole, 1995). Statistika deskriptif yang digunakan dalam penelitian ini adalah rata-rata, varians, maksimum dan minimum.

*Mean* atau rata-rata adalah jumlah nilai pada data dibagi dengan banyaknya data tersebut. Ukuran ini mudah dihitung dengan memanfaatkan semua data yang dimiliki. Jika ada sekelompok data maka untuk menyebutkan ukuran numerik sebagai wakil dari data sering dipakai rata-rata hitung (Walpole, 1995). Rumus yang digunakan untuk menghitung mean data adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.1)$$

keterangan:

$X_i$  = data ke- $i$

$n$  = banyaknya data

Standar deviasi adalah simpangan sebuah pengamatan dari rata-ratanya. Nilai simpangan tersebut diperoleh dari akar penjumlahan selisih nilai pengamatan dengan nilai rata-rata yang dikuadratkan, dibagi dengan jumlah pengamatan dikurangi 1 (Walpole, 1995).

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.2)$$

keterangan.:

$S$  = Standar Deviasi

$X_i$  = Nilai Tengah

$\bar{X}$  = Rata-rata

$n$  = Banyak data

Nilai maksimum adalah nilai yang menunjukkan angka ataupun data terbesar dari sekelompok data yang diamati sedangkan nilai minimum adalah nilai yang menunjukkan angka ataupun data terkecil dari sekelompok data yang diamati (Walpole, 1995).

Salah satu bentuk penyajian statistika deskriptif adalah menggunakan peta tematik. Peta tematik merupakan peta yang memberikan informasi mengenai tema tertentu, baik data kualitatif maupun data kuantitatif. Pembagian kelompok sebanyak  $n$  wilayah menjadi  $h$  kelompok sesuai tema menggunakan metode *natural breaks*. Metode *natural breaks* menghasilkan variasi minimum untuk wilayah yang berada pada satu kelompok tema. Berikut adalah algoritma dari metode *natural breaks* (EHDP, 2014).

1. Bagi daerah menjadi sebanyak  $h$  kelompok dari  $n$  wilayah. Banyak wilayah anggota setiap kelompok minimal 1 dan maksimal adalah  $n-(q-1)$ .
2. Hitung rata-rata data setiap kelompok. Hasil rata-rata dilambangkan dengan  $\bar{x}_q, q = 1, \dots, h$
3. Hitung jumlahan standar deviasi kuadrat dari setiap kelompok kombinasi wilayah.
4. Pembagian kelompok dengan jumlahan standar deviasi kuadrat terkecil adalah pembagian wilayah yang optimum.

## 2.2 Multikolinieritas

Multikolinieritas adalah kondisi dimana terdapat hubungan linier atau korelasi yang tinggi antar masing-masing variabel prediktor dalam model regresi (Draper and Smith, 1992). Pendeteksian adanya kasus multikolinieritas dilakukan dengan menggunakan kriteria sebagai berikut.

1. Koefisien korelasi ( $r_{xy}$ ) antar variabel prediktor.  
Apabila nilai koefisien korelasi antar variabel prediktor lebih besar dari 0,95 maka mengindikasikan adanya kasus multikolinieritas (Hocking, 1996).

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{j=1}^n y_j}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[ n \sum_{j=1}^n y_j^2 - \left( \sum_{j=1}^n y_j \right)^2 \right]}} \quad (2.3)$$

dengan

$r$  : koefisien korelasi

$n$  : jumlah data

2. 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.

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (2.4)$$

$R_j^2$  merupakan nilai koefisien determinasi antara variabel respon dengan variabel prediktor (Hocking, 1996)

### 2.3 Regresi Poisson

Regresi Poisson merupakan model regresi non-linier yang digunakan untuk data *count* dimana variabel respon mengikuti distribusi Poisson (Agresti, 2002). Distribusi Poisson adalah distribusi probabilitas acak yang menyatakan banyaknya hasil percobaan yang terjadi selama suatu selang waktu tertentu atau daerah tertentu (Walpole, 1995). Fungsi peluang dari distribusi poisson dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$f(y, \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}, y = 0, 1, 2, \dots \quad (2.5)$$

dengan  $\mu$  merupakan rata-rata variabel random  $y$  di mana nilai rata-rata dan varians dari  $y$  mempunyai nilai lebih dari nol.

Menurut Agresti (2002) yang menunjukkan bahwa regresi poisson merupakan GLM yang menyatakan bahwa dalam GLM terdapat 3 komponen yaitu komponen random, komponen sistematis, dan *link function*. Komponen random dari GLM terdiri

dari variabel respon  $Y$  dengan pengamatan  $(y_1, \dots, y_N)$ . Fungsi peluang densitas dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$f(y_i; \theta_i) = a(\theta_i) b(y_i) \exp[y_i Q(\theta_i)] \quad (2.6)$$

Nilai parameter  $\theta_i$  bisa bervariasi, untuk  $i=1, \dots, N$ , tergantung dari nilai variabel prediktor.

Komponen sistematis yaitu vektor  $\eta$  yang terdiri dari  $(\eta_1, \dots, \eta_N)$  menghubungkan dengan variabel  $X$  atau variabel prediktor.  $X_{ij}$  menyatakan nilai dari variabel prediktor ke  $j$  ( $j=1, 2, \dots, p$ ) untuk pengamatan ke  $i$ .

$$\eta_i = \sum_{j=1}^p \beta_j X_{ij}, i=1, \dots, N \quad (2.7)$$

Komponen yang ketiga yaitu *link function* yang menghubungkan antara komponen random dan sistematis. Jika  $\mu_i = E(Y_i)$ ,  $i=1, \dots, N$ . Model menghubungkan  $\mu_i$  ke  $\eta_i$  dengan  $\eta_i = g(\mu_i)$ . Dimana  $g$  menghubungkan  $E(Y_i)$  ke variabel prediktor melalui rumus sebagai berikut.

$$g(\mu_i) = \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}, i=1, \dots, N \quad (2.8)$$

*Link function* yang digunakan dalam regresi poisson adalah  $\ln$ , sehingga  $\ln(\mu_i) = \eta_i$ . Model regresi poisson dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\ln(\mu_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}, i=1, \dots, N \quad (2.9)$$

dimana

$$\mu_i = \exp\left(\beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}\right) \quad (2.10)$$

dengan  $i=1, 2, \dots, n$ ,  $j=1, 2, \dots, p$ ,  $\beta_0$  dan  $\beta_j$  adalah parameter regresi.

### 2.3.1 Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson

Penaksiran parameter regresi Poisson dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dengan taksiran maksimum *likelihood* dari model regresi Poisson. Langkah yang dilakukan untuk mendapatkan nilai taksiran adalah menurunkan fungsi *likelihood* dari regresi Poisson dimana  $\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})$ . Menurut Cameron & Trivedi (1998) fungsi *likelihood* untuk regresi Poisson Fungsi *likelihood*nya adalah sebagai berikut.

$$L(\boldsymbol{\beta}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \quad (2.11)$$

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

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

Fungsi *ln likelihood* dari persamaan 2.11 dapat dinyatakan sebagai berikut.

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

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}) = -\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) + \sum_{i=1}^n y_i (\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \quad (2.12)$$

Parameter model regresi Poisson yang ditaksir dengan MLE dinyatakan dengan  $\hat{\beta}_k$ , dapat diperoleh dengan mencari turunan pertama fungsi *ln likelihood* dan dilanjutkan dengan mencari turunan kedua terhadap  $\boldsymbol{\beta}^T$  sebagai berikut.

$$\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}^T} = -\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i = 0 \quad (2.13)$$

Persamaan 2.13 belum menghasilkan solusi yang tepat sehingga perlu diselesaikan menggunakan numerik yaitu dengan iterasi *Newton-Raphson*. Algoritma untuk optimalisasi metode *Newton-Raphson* adalah sebagai berikut.

1. Menentukan nilai taksiran awal parameter  $\hat{\beta}_{(0)}$  yang biasanya diperoleh dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS) sebagai berikut.

$$\hat{\beta}_{(0)} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} (\mathbf{X}^T \mathbf{y}) \quad (2.14)$$

2. Membentuk vektor gradient  $\mathbf{g}$  sebagai berikut.

$$\mathbf{g}^T(\beta_{(m)})_{p \times 1} = \frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial \beta_0}, \frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial \beta_1}, \dots, \frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial \beta_k} \quad (2.15)$$

3. Membentuk matriks Hessian  $\mathbf{H}$ .

$$\mathbf{H}(\beta_{(m)})_{(k+1) \times (k+1)} = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_0^2} & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_0 \partial \beta_1} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_0 \partial \beta_k} \\ \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_1^2} & \dots & \dots & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_1 \partial \beta_k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_k^2} & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \quad (2.16)$$

4. Memasukkan nilai  $\hat{\beta}_{(0)}$  ke dalam elemen-elemen vektor  $\mathbf{g}$  dan matriks  $\mathbf{H}$ , sehingga diperoleh vektor  $\mathbf{g}(\hat{\beta}_{(0)})$  dan matriks  $\mathbf{H}(\hat{\beta}_{(0)})$ .

5. Melakukan iterasi pada persamaan  $\hat{\beta}_{(m+1)} = \hat{\beta}_{(m)} - \mathbf{H}^{-1(m)} \mathbf{g}(m)$  mulai dari  $m=0$ , dengan nilai  $\hat{\beta}_{(m)}$  adalah kumpulan penaksir parameter yang konvergen pada iterasi ke- $m$ .

6. Lanjutkan iterasi hingga  $m = m+1$  dan akan berhenti pada keadaan konvergen yaitu pada saat  $\|\beta_{(m+1)} - \beta_{(m)}\| \leq \epsilon$ ,  $\epsilon$  adalah bilangan yang sangat kecil (Cameron dan trivedi, 1998).

### 2.3.2 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson

Pengujian parameter model regresi Poisson dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) dengan hipotesis yang digunakan sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_p = 0$$

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

Nilai statistik uji ditentukan dari dua buah fungsi *likelihood* yang berhubungan dengan model regresi yang diperoleh. Fungsi *likelihood* tersebut adalah  $L(\hat{\Omega})$  yaitu nilai maksimum *likelihood* untuk model lengkap dengan melibatkan variabel independen dan  $L(\hat{\omega})$  yaitu nilai maksimum *likelihood* untuk model sederhana tanpa melibatkan variabel independen. Statistik uji dengan menghitung nilai *Likelihood ratio* dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = -2 \ln \left( \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2 (\ln L(\hat{\Omega}) - L(\hat{\omega})) \quad (2.17)$$

$D(\hat{\beta})$  merupakan devians dari model regresi Poisson yang merupakan statistik uji *likelihood ratio* pendekatan dari distribusi  $\chi^2$  dengan derajat bebas  $k$ , sehingga didapatkan daerah kritis tolak  $H_0$  jika  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha,k)}$ . Jika keputusan yang didapat adalah tolak  $H_0$  maka pengujian akan dilanjutkan dengan uji secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

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

statistik uji yang digunakan pada pengujian parsial ini adalah sebagai berikut.

$$T = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} \quad (2.18)$$

Hipotesis nol akan ditolak dengan daerah kritis jika  $|T_{hit}| > T_{\alpha/2}$

(Cameron & Trivedi 1998).

### 2.3.3 *Over* dispersi pada Regresi Poisson

Kasus *over* dispersi adalah nilai varians data lebih besar daripada nilai *mean* sedangkan *under* dispersi artinya nilai varians data lebih kecil daripada nilai *mean*. *Over* dispersi terjadi karena adanya sumber keragaman yang tidak teramati. *Over* dispersi dapat pula terjadi karena adanya pengamatan yang hilang pada peubah penjelas, adanya pencilan pada data, perlunya interaksi dalam model, atau peubah penjelas perlu ditransformasi., Implikasi dari tidak terpenuhinya equi-dispersi adalah model regresi poisson kurang sesuai lagi untuk memodelkan data. Selain itu, model yang terbentuk dikhawatirkan akan menghasilkan estimasi yang mengandung bias yang selanjutnya dapat mengakibatkan terjadinya kesalahan (*misleading*) pada inferensia bagi parameternya.

Uji mengetahui kasus *over* dispersi atau tidak, dilakukan pengujian dengan hipotesis.

$$H_0 : \theta = 0$$

$$H_1 : \theta \neq 0$$

atau

$$H_0 : \text{Tidak terjadi kasus } \textit{over} \textit{ dispersi}$$

$$H_1 : \text{Terjadi kasus } \textit{over} \textit{ dispersi}$$

Tolak  $H_0$  jika  $P$  value dari estimasi  $\theta$  yang dihasilkan kurang dari  $\alpha$ . Taksiran dispersi diukur dengan nilai devians atau *Person's Chi-Square* yang dibagi dengan derajat bebas. Data *over* disperse jika taksiran lebih besar dari 1 dan *under* disperse jika taksiran disperse kurang dari 1 (Cameron & Trivedi 1998).

## 2.4 *Generalized Poisson Regression (GPR)*

Model *Generalized Poisson Regression* merupakan suatu model yang sesuai untuk jenis data *count*, dimana pada analisis regresi poisson di temukan adanya ketidaksamaan antara nilai *mean* dan varians dari variabel respon atau terjadi *over/under* dispersi sehingga dilakukan analisis *Generalized Poisson Regression (GPR)*. Pada model GPR selain terdapat parameter  $\mu$ , terdapat parameter  $\theta$  sebagai parameter dispersi. Fungsi

distribusi *Generalized Poisson* dapat dinyatakan sebagai berikut (Famoye, 2004).

$$f(y; \mu; \theta) = \left( \frac{\mu}{1 + \theta\mu} \right)^y \frac{(1 + \theta y)^{y-1}}{y!} \exp\left( \frac{-\mu(1 + \theta y)}{1 + \theta\mu} \right) \quad (2.19)$$

*Mean* model GPR adalah  $\mu = E(y)$  adalah  $Var(y) = \mu(1 + \theta\mu)^2$ . Jika  $\theta = 0$  maka model GPR akan menjadi model regresi poisson biasa, jika  $\theta > 0$  maka model GPR mempresentasikan data *count* yang mengandung *overdispersion* dan jika  $\theta < 0$  maka model GPR mempresentasikan data *count* yang mengandung *underdispersion*. Model GPR dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \ln(\mu_i) &= x_i^T \beta = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_j x_{ij} \\ \mu_i &= \exp(x_i^T \beta), \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (2.20)$$

#### 2.4.1 Penaksiran Parameter *Generalized Poisson Regression*

Estimasi parameter model *generalized Poisson regression* dilakukan dengan metode *maximum likelihood estimation* (MLE). Fungsi *maximum likelihood* untuk model GPR adalah sebagai berikut (Putu, 2013).

$$\prod_{i=1}^n \left\{ \frac{\exp\left(\beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}\right)^{y_i}}{1 + \alpha \exp\left(\beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}\right)} \right\} \frac{(1 + \alpha y_i)^{y_i - 1}}{y_i!} \exp\left( \frac{\exp\left(\beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}\right) (1 + \alpha y_i)}{1 + \alpha \exp\left(\beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}\right)} \right) \quad (2.21)$$

#### 2.4.2 Pengujian Parameter *Generalized Poisson Regression*

Pengujian parameter *generalized Poisson regression* dilakukan dengan metode *maximum likelihood ratio test* (MLRT). Hipotesis yang digunakan untuk pengujian ini adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_p = 0$$

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

statistik uji yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut.

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = -2 \ln \left( \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - L(\hat{\omega})) \quad (2.22)$$

Hipotesis nol akan ditolak dengan daerah kritis jika  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(k, \alpha)}$ . Jika keputusan yang didapat adalah tolak  $H_0$  maka pengujian akan dilanjutkan dengan uji secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

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

Statistika uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$T = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} \quad (2.23)$$

Hipotesis nol akan ditolak dengan daerah kritis jika  $|T_{hitung}| > T_{\alpha/2}$ .

### 2.4.3 AIC

Terdapat beberapa metode dalam menggunakan model terbaik *Generalized Poisson Regression* (GPR), salah satunya adalah Akaike Information Criterion (AIC) yang di definisikan berikut ini (Bozdogan, 2000).

$$AIC = -2 \ln L(\beta) + 2k \quad (2.24)$$

dimana  $L(\beta)$  adalah nilai Likelihood, dan  $k$  adalah jumlah parameter bebas. Parameter bebas adalah parameter dari variabel bebas yang tidak saling berinteraksi satu sama lain. Model terbaik GPR adalah model yang mempunyai nilai AIC terkecil.

## 2.5 Tuberkulosis

Tuberkulosis berasal dari kata tuberkel. Tuberkel adalah tonjolan kecil dan keras yang terbentuk waktu sistem kekebalan membangun tembok mengelilingi bakteri penyebab penyakit tuberkulosis dalam paru-paru. Jadi tuberkulosis adalah suatu penyakit yang disebabkan oleh mikrobakterium tuberkulosis. Bakteri ini berbentuk batang dan bersifat tahan asam (BTA) (Sandina, 2011). Faktor-faktor yang menyebabkan seseorang mudah terinfeksi penyakit tuberkulosis adalah sebagai berikut:

### 1. Rumah Tangga Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat

Rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat adalah rumah tangga yang memiliki indikator kebersihan air, sering mencuci tangan dengan air bersih dan sabun, memiliki jamban yang bersih, dan ventilasi rumah yang cukup. Dalam hal ini PHBS berpengaruh pada menyebarnya penyakit tuberkulosis karena dapat diketahui bahwa tuberkulosis dapat menyebar melalui udara (Riskesdas, 2013). Menurut penelitian Kusumo (2011) terdapat hubungan yang signifikan antara PHBS dengan kejadian Tuberkulosis Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Sambungmacan I Kabupaten Sragen.

### 2. Penduduk yang Memiliki Akses Sanitasi Layak

Sanitasi tidak hanya mencakup sanitasi dasar seperti jamban, penyediaan air bersih, tempat pembuangan sampah, dan saluran air limbah saja, namun juga meliputi ventilasi, kelembaban udara. Dengan terjaganya kondisi sanitasi baik ditempat umum terutama dirumah kita maka kemungkinan resiko terjadinya penyebaran penyakit dapat dicegah. Didalam rumah dengan ventilasi yang baik kuman ini dapat hilang terbawa angin dan akan lebih baik lagi jika ventilasi ruangnya menggunakan pembersih udara yang bisa menangkap kuman TB. Kepemilikan sarana sanitasi dipengaruhi oleh keadaan ekonomi, pendapatan yang rendah menyebabkan kurangnya kemampuan memiliki sarana sanitasi yang layak. Sehingga memudahkan terkena infeksi TB paru (Muaz, 2014).

### 3. Rumah Sehat

Rumah sehat yang dimaksud adalah rumah yang memenuhi kriteria minimal akses air minum, akses jamban sehat, lantai, atap, ventilasi dan pencahayaan. Kondisi rumah dapat menjadi salah satu faktor resiko penularan penyakit TB. Atap, dinding, dan lantai dapat menjadi tempat perkembangbiakan kuman. Lantai dan dinding yang sulit dibersihkan akan menyebabkan penumpukan debu, sehingga akan dijadikan sebagai media yang

baik bagi berkembangbiaknya kuman *Mycrobacterium Tuberculosis* (Kotouki, 2012).

#### 4. Penyakit yang Menyebabkan Daya Tahan Tubuh Rendah

Salah satu penyakit yang menyebabkan daya tahan tubuh rendah adalah penyakit HIV. HIV merupakan faktor resiko yang paling kuat bagi yang terinfeksi TB menjadi sakit TB. Infeksi HIV menyebabkan kerusakan luas sistem daya tahan tubuh seluler. Sehingga bila terjadi infeksi penyerta, seperti tuberkulosis maka akan menjadi sakit parah bahkan bisa menyebabkan kematian (Muaz, 2014).

#### 5. Tenaga medis

Tenaga medis adalah tenaga ahli kedokteran dengan fungsi utamanya adalah memberikan pelayanan medis yang meliputi dokter dan perawat. Program Penanggulangan Tuberkulosis (P2TB) memiliki kebijakan tentang penjarangan penderita tuberkulosis. Dilakukan kepada masyarakat yang berkunjung ke fasilitas pelayanan kesehatan, yang sebelumnya diadakan penyuluhan-penyuluhan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat memeriksakan diri ke unit pelayanan kesehatan. Tujuan dari penemuan penderita tuberkulosis untuk mengidentifikasi sumber penularan dan kemudian menghilangkannya dengan memberikan pengobatan yang memadai. Penemuan penderita diawali dengan menjarang penderita tuberkulosis paru dengan gejala klinis utama (Kemenkes, 2014).

#### 6. Penduduk miskin

Penduduk miskin merupakan salah satu faktor yang menyebabkan menyebarnya penyakit TB dikarenakan penduduk yang miskin terbatas dengan adanya fasilitas sarana kesehatan dikarenakan biaya, terbatasnya perilaku hidup bersih dan sehat sehingga lebih mudah terjangkit penyakit (Muaz, 2014).

#### 7. Kepadatan Penduduk

Kepadatan penduduk memiliki pengaruh negatif yaitu kekurangan makan, kebutuhan air bersih, kebutuhan udara bersih, dan sebagainya. Dalam hal ini memiliki pengaruh terhadap penyebaran berbagai penyakit, termasuk TB karena minimnya udara yang bersih mengakibatkan penyakit TB yang penularannya melalui udara pun semakin mudah. Kepadatan penduduk yaitu dengan membagi jumlah penduduk suatu wilayah dengan luas wilayahnya (Riskesdas, 2013).



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan dan Badan Pusat Statistika Kabupaten Probolinggo tahun 2014. Data yang diambil dari Dinas Kesehatan Kabupaten Probolinggo adalah jumlah kasus tuberkulosis, persentase rumah tangga ber perilaku hidup bersih dan sehat, persentase penduduk yang memiliki akses sanitasi layak, persentase rumah sehat, persentase tenaga medis dan kepadatan penduduk.

Data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Probolinggo adalah persentase penderita HIV dan persentase penduduk miskin. Pada Kabupaten Probolinggo terdiri dari 24 kecamatan yang menjadi unit penelitian.

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian tentang penyakit tuberkulosis (TB) di Kabupaten Probolinggo adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.1** Variabel penelitian

Variabel	Keterangan	Skala
Y	Jumlah penderita penyakit tuberkulosis	Rasio
X <sub>1</sub>	Persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat	Rasio
X <sub>2</sub>	Persentase penduduk yang memiliki akses sanitasi layak	Rasio
X <sub>3</sub>	Persentase rumah sehat	Rasio
X <sub>4</sub>	Persentase penderita penyakit HIV	Rasio
X <sub>5</sub>	Persentase tenaga medis	Rasio
X <sub>6</sub>	Persentase penduduk miskin	Rasio
X <sub>7</sub>	Kepadatan penduduk	Rasio

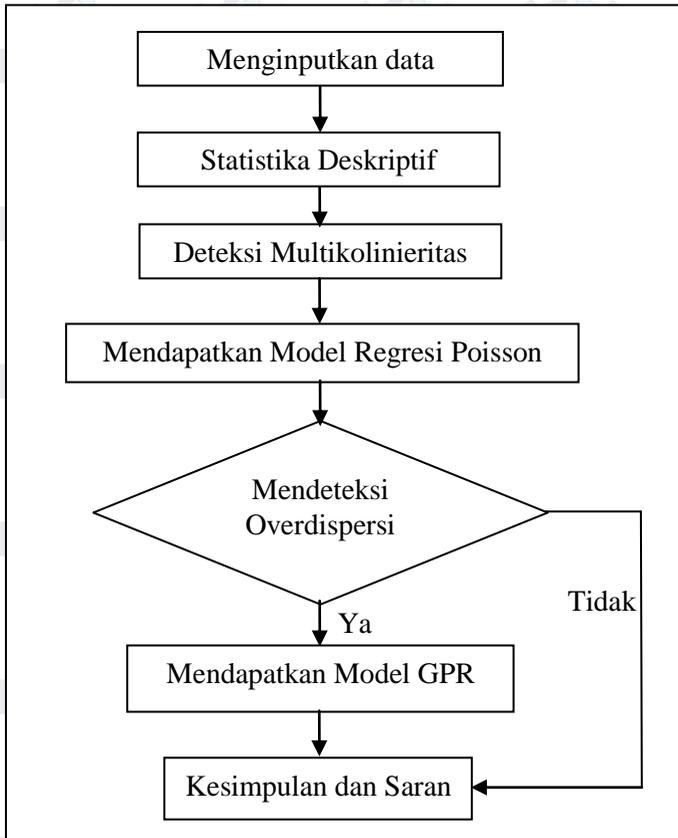
### 3.3 Langkah Analisis

Langkah analisis data diperlukan untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini. Langkah analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut.

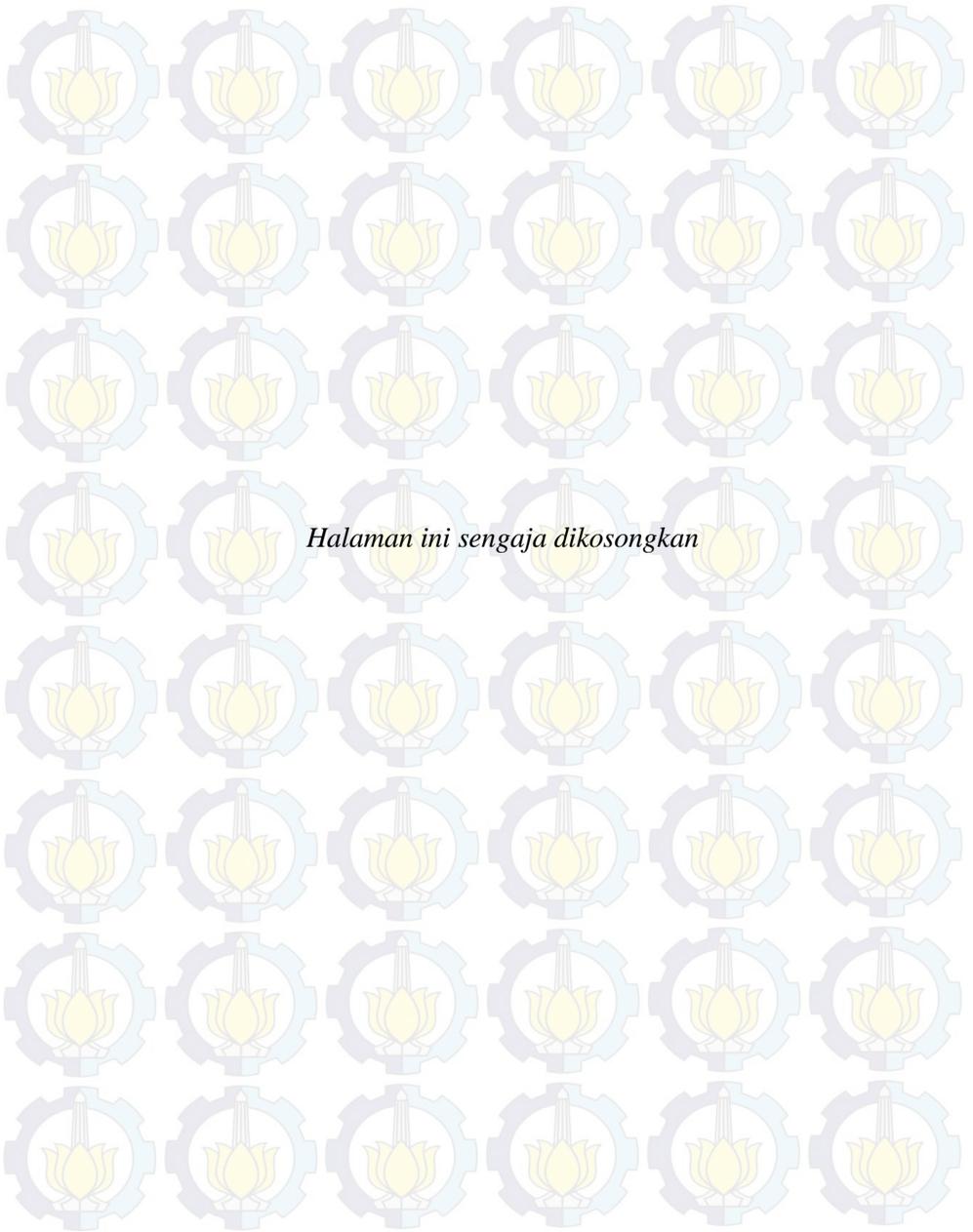
1. Menganalisis statistika deskriptif untuk variabel respon (Y) dan variabel prediktor (X).
2. Menganalisis korelasi dan VIF antar variabel-variabel prediktor untuk mendeteksi adanya kasus multikolinieritas.
3. Mendapatkan model untuk regresi poisson pada jumlah penderita penyakit tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo tahun 2014.
4. Mendeteksi adanya overdispersi pada data dengan melihat nilai *pearson chi-square* dan *deviance* yang dibagi dengan derajat bebasnya.
5. Mendapatkan model untuk *generalized poisson regression* pada pemodelan jumlah penderita penyakit tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo tahun 2014.
  - a. Menaksir parameter model GPR
  - b. Menguji signifikansi parameter model GPR secara serentak dan parsial.
  - c. Interpretasi model GPR
6. Membuat kesimpulan dan saran

### 3.4 Diagram Alir

Berikut diagram alir yang digunakan dalam penelitian tentang jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo tahun 2014.



Gambar 3.1 Diagram Alir



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik Penderita Tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo Tahun 2014

Kabupaten Probolinggo merupakan kabupaten yang menempati peringkat pertama sebagai daerah bermasalah kesehatan (Pusdatin,2014). Salah satu penyakit yang banyak diderita warga Kabupaten Probolinggo adalah tuberkulosis. Dari 24 kecamatan yang ada di Kabupaten Probolinggo, ditemukan kasus tuberkulosis di setiap kecamatannya. Secara umum dapat dideskripsikan kondisi penyakit tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo dalam tabel berikut ini.

**Tabel 4.1** Karakteristik Penderita Tuberkulosis

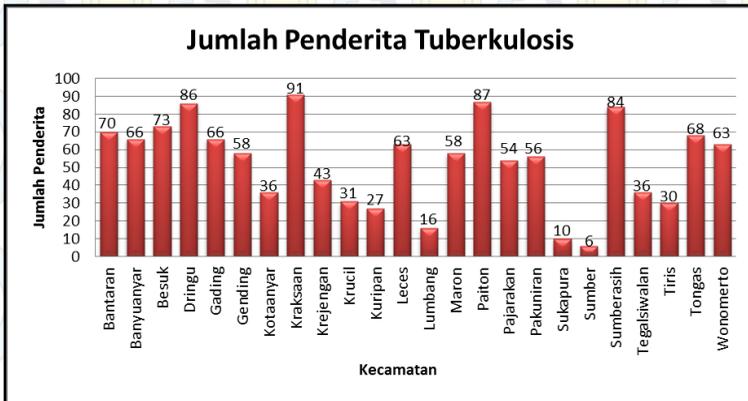
Variabel	Rata-rata	StDev	Min	Maks
Y	53,25	24,63	6	91
X <sub>1</sub>	32,62	21,56	0	84,7
X <sub>2</sub>	72,31	36,58	25,52	186,13
X <sub>3</sub>	29,38	18,31	0,05	60,18
X <sub>4</sub>	0,01890	0,01070	0,00185	0,04452
X <sub>5</sub>	0,03937	0,01371	0,01771	0,08409
X <sub>6</sub>	58,07	10,80	39,53	80,86
X <sub>7</sub>	961	551	190	2031

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata penderita tuberkulosis (Y) tiap kecamatan di Kabupaten Probolinggo sebesar 54 penderita dengan penderita paling banyak 91 penderita dan yang paling rendah sebanyak 6 penderita. Ada 7 faktor yang diduga mempengaruhi penyakit tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo. Persentase rumah tangga ber-PHBS (X<sub>1</sub>) di setiap kecamatan memiliki rata-rata sebesar 32,62 persen yang menunjukkan masih banyak rumah tangga yang belum memperhatikan pola hidupnya dan menjaga kesehatan seluruh anggota keluarga sehingga mempercepat penyebaran penyakit tuberkulosis. Persentase penduduk yang memiliki akses sanitasi layak (X<sub>2</sub>) di setiap kecamatan memiliki rata-rata sebesar 72,31 persen. Rata-rata tersebut cukup tinggi yang berarti sudah banyak

masyarakat di setiap kecamatan memiliki sanitasi yang layak, sehingga kemungkinan resiko terjadinya penyebaran tuberkulosis mudah dicegah. Persentase rumah sehat ( $X_3$ ) berpengaruh terhadap penyakit tuberkulosis, karena rumah yang tidak sehat akan dijadikan tempat berkembangbiaknya kuman *Mycrobacterium Tuberculosis*. Rata-rata persentase rumah sehat sebesar 29,38 persen yang berarti di setiap kecamatan yang ada di Kabupaten Probolinggo masih sedikit ditemukan rumah yang dikategorikan sehat.

HIV adalah salah satu penyakit yang menyebabkan daya tahan tubuh rendah sehingga memberikan resiko yang besar untuk terjangkit penyakit tuberkulosis. Rata-rata dari persentase penderita penyakit HIV ( $X_4$ ) di setiap kecamatan sebesar 0,0189 persen. Persentase jumlah tenaga medis ( $X_5$ ) memiliki rata-rata sebesar 0,03937 persen. Jumlah penduduk di Kabupaten Probolinggo sebesar 1.132.443 jiwa, dengan jumlah tenaga medis sebanyak 425. Sehingga dapat diketahui bahwa 1 tenaga medis di setiap kecamatan menangani 2.665 penduduk. Banyaknya penduduk tidak diimbangi dengan jumlah tenaga medis yang ada, sehingga pelayanan medis untuk penyakit tuberkulosis kurang maksimal dan menyebabkan meningkatnya jumlah penderita tuberkulosis. Rata-rata dari persentase penduduk miskin ( $X_6$ ) yaitu sebesar 58,07 persen. Dengan demikian, lebih dari 50% masyarakat di setiap kecamatan berstatus sebagai penduduk miskin sehingga peluang untuk menderita penyakit tuberkulosis lebih tinggi. Kepadatan penduduk ( $X_7$ ) di setiap kecamatan memiliki rata-rata sebesar 961 jiwa/km<sup>2</sup> dengan nilai tertinggi terdapat di Kecamatan Sumberasih yaitu sebesar 2030 jiwa/km<sup>2</sup>. Hal ini dikarenakan Kecamatan Sumberasih berada di dekat Kota Probolinggo sehingga banyak masyarakat yang memilih tinggal di kecamatan tersebut. Sedangkan kecamatan dengan kepadatan penduduk terendah yaitu Kecamatan Sumber (190 jiwa/km<sup>2</sup>). Tingginya kepadatan penduduk di suatu kecamatan akan menyebabkan semakin besarnya resiko untuk terkena penyakit tuberkulosis. Jumlah penderita tuberkulosis di setiap kecamatan

yang ada di Kabupaten Probolinggo dapat dilihat dalam diagram batang berikut ini.

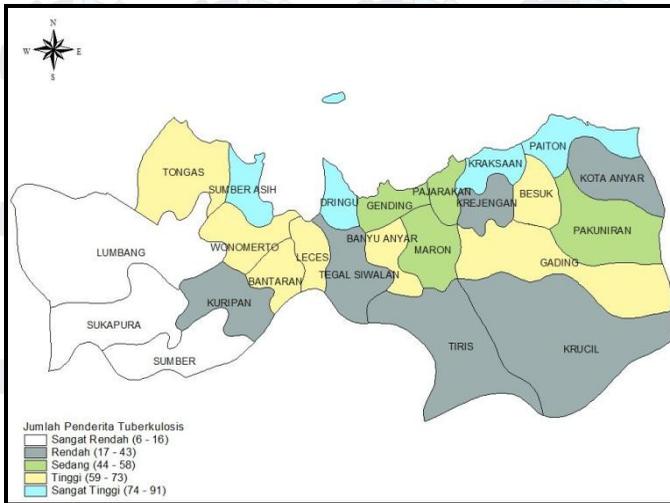


**Gambar 4.1** Jumlah Penderita Tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo

Gambar 4.1 memperlihatkan bahwa jumlah penderita tuberkulosis di setiap kecamatan yang ada di Kabupaten Probolinggo paling tinggi terdapat di Kecamatan Kraksaan dengan jumlah penderita sebesar 91 penderita. Sedangkan yang paling rendah terdapat di Kecamatan Sumber dengan 6 penderita.

Untuk mengetahui persebaran jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo tahun 2014 dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya dapat ditampilkan dengan peta tematik menggunakan software *ArcView Gis 3.3*. Masing-masing faktor dibedakan menjadi 5 kategori yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Berikut ini adalah hasil pemetaan dari jumlah penderita tuberkulosis dan faktor-faktor yang digunakan.

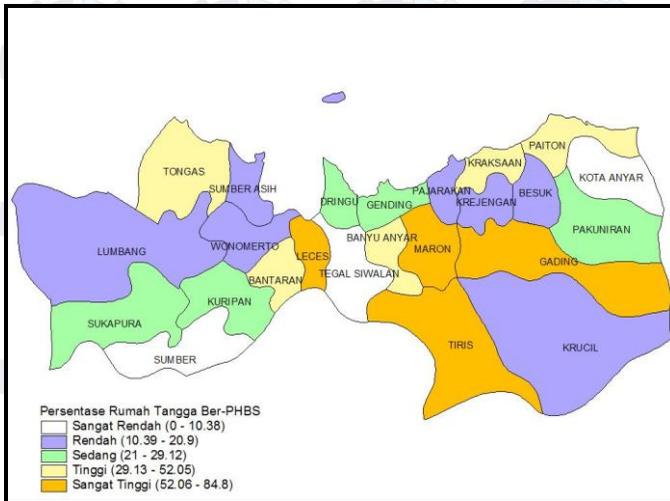
Persebaran jumlah penderita tuberkulosis setiap kecamatan di Kabupaten Probolinggo Tahun 2014 ditampilkan dalam Gambar 4.2. Gambar 4.2 menunjukkan bahwa persebaran jumlah penderita tuberkulosis kategori sangat rendah berada di bagian barat yaitu Kecamatan Lumbang, Sukapura dan Sumber. Kecamatan yang masuk dalam kategori sedang ada di bagian timur dan utara dari Kabupaten Probolinggo yaitu Kecamatan Gending, Pajarakan, Maron dan Pakuniran.



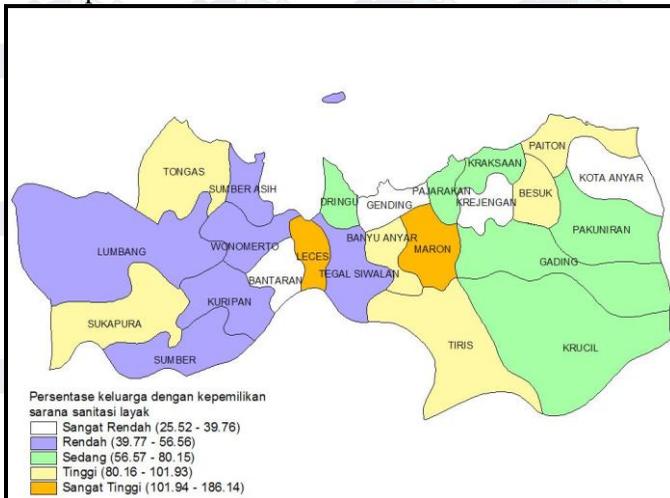
**Gambar 4.2** Persebaran Jumlah Penderita Tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo

Sedangkan kecamatan dengan kategori sangat tinggi berada dibagian utara yaitu Kecamatan Sumberasih, Dringu, Kraksaan dan Paiton. Sumberasih masuk kedalam kategori sangat tinggi karena di kecamatan tersebut kepadatan penduduknya sangat tinggi, sehingga penyakit tuberkulosis mudah menular.

Persebaran persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat (ber-PHBS) setiap kecamatan di Kabupaten Probolinggo Tahun 2014 ditampilkan dalam Gambar 4.3. Gambar 4.3 menunjukkan bahwa persebaran persentase penduduk ber-PHBS yang tergolong dalam kategori sangat rendah ada 3 kecamatan atau 12,5% kecamatan dari 24 kecamatan yang ada di Kabupaten Probolinggo. Ada 7 kecamatan atau sebanyak 29,17% yang tergolong dalam kategori rendah, dan untuk kategori sedang ada 5 kecamatan atau 20,83%. Selanjutnya untuk kategori tinggi dan sangat tinggi berturut-turut terdiri dari 5 kecamatan atau 20,83% dan 4 kecamatan atau 16,67%. Sehingga dapat dilihat pada faktor persentase penduduk ber-PHBS didominasi oleh kecamatan yang tergolong kategori rendah.



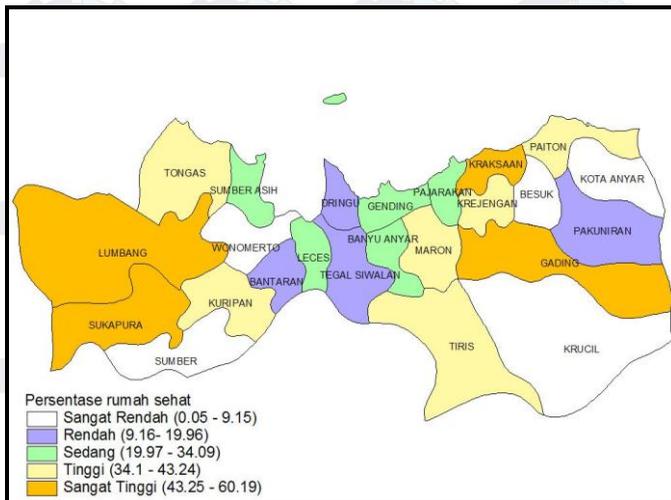
**Gambar 4.3** Persebaran Persentase Penduduk Ber-PHBS  
Peta persebaran persentase penduduk yang memiliki akses sanitasi layak setiap kecamatan di Kabupaten Probolinggo Tahun 2014 ditampilkan dalam Gambar 4.4.



**Gambar 4.4** Persebaran Persentase Penduduk yang Memiliki Akses Sanitasi Layak

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa ada 4 kecamatan yang tergolong dalam kategori sangat rendah atau sebesar 16,67% dari jumlah kecamatan yang ada di Kabupaten Probolinggo masuk dalam kategori sangat rendah. Jumlah kecamatan yang tergolong dalam kategori rendah dan sedang masing-masing ada 6 kecamatan atau sebesar 25%. Berdasarkan gambar, kategori rendah dan sedang cenderung berkelompok jika dibandingkan dengan kategori yang lain. Ada 6 kecamatan yang masuk dalam kategori tinggi atau sebesar 25%. Sedangkan untuk kategori sangat tinggi ada 2 kecamatan yang tergolong didalamnya atau sebesar 8,33%.

Peta persebaran persentase rumah sehat setiap kecamatan di Kabupaten Probolinggo Tahun 2014 ditampilkan dalam Gambar 4.5.

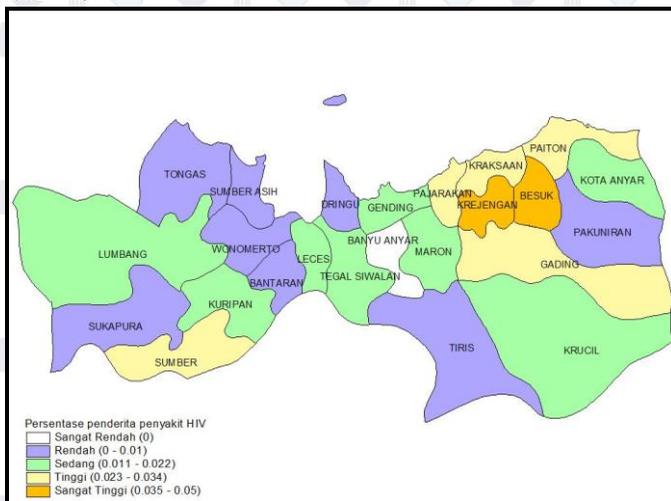


**Gambar 4.5** Persebaran Persentase Rumah Sehat

Gambar 4.5 memperlihatkan bahwa terdapat 5 kecamatan yang tergolong dalam kategori sangat rendah atau sebesar 20,83% dari 24 kecamatan di Kabupaten Probolinggo tergolong kategori sangat rendah. Selain itu, yang tergolong dalam kategori rendah ada 4 kecamatan atau 16,67%. Ada 5 kecamatan yang tergolong dalam kategori sedang atau sebesar 20,83%. Sedangkan

kecamatan yang masuk dalam kategori tinggi ada sebanyak 6 kecamatan atau 25%. Sisanya sejumlah 4 kecamatan masuk dalam kategori sangat tinggi atau sebanyak 16,67% dari 24 kecamatan di Kabupaten Probolinggo tergolong dalam kategori sangat tinggi. Sehingga dapat diketahui bahwa untuk faktor persentase rumah sehat didominasi oleh kecamatan yang tergolong dalam kategori tinggi.

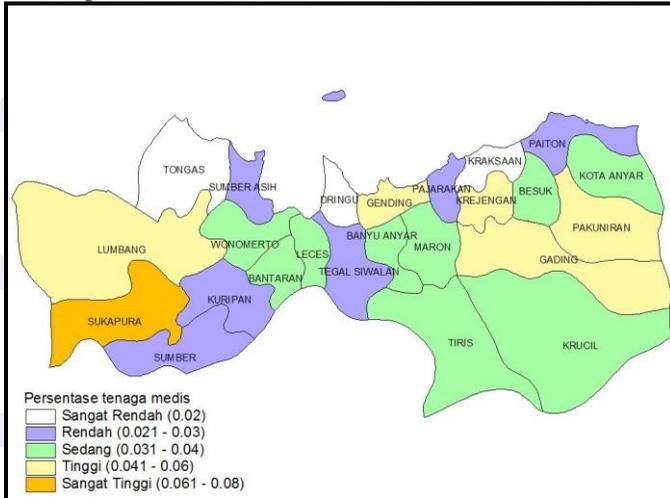
Peta persebaran persentase penderita HIV setiap kecamatan di Kabupaten Probolinggo Tahun 2014 ditampilkan dalam Gambar 4.6.



**Gambar 4.6** Persebaran Persentase Penderita HIV

Gambar 4.6 menggambarkan bahwa kecamatan yang tergolong dalam kategori sangat rendah ada 1 kecamatan atau 4,17%. Maksudnya yaitu sebanyak 4,17% dari 24 kecamatan yang ada di Kabupaten Probolinggo masuk dalam kategori sangat rendah. Jumlah kecamatan yang masuk dalam kategori rendah dan sedang masing-masing ada 8 kecamatan atau sebesar 33,33%. Sedangkan untuk kecamatan yang masuk dalam kategori tinggi ada 5 kecamatan atau 20,83%. Untuk sisanya sebanyak 2 kecamatan atau sebesar 8,3% masuk dalam kategori sangat tinggi.

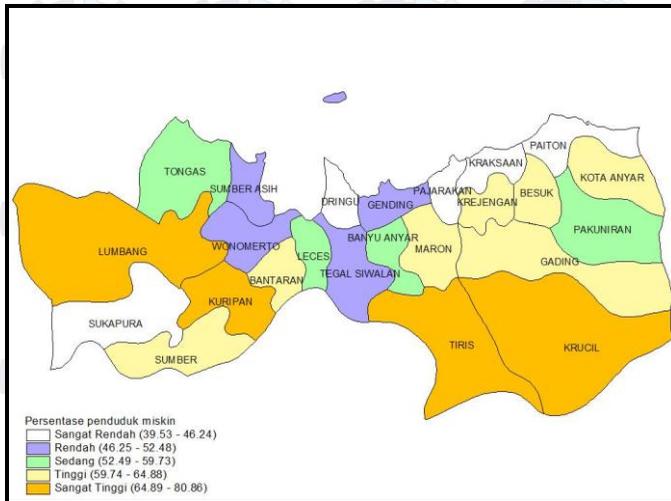
Peta tematik yang menggambarkan persebaran persentase tenaga medis setiap kecamatan di Kabupaten Probolinggo Tahun 2014 ditampilkan dalam Gambar 4.7.



**Gambar 4.7** Persebaran Persentase Tenaga Medis

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa terdapat 3 kecamatan yang tergolong dalam kategori sangat rendah atau sebesar 12,5% yang artinya 12,5% dari 24 kecamatan yang ada di Kabupaten Probolinggo tergolong dalam kategori sangat rendah. Sedangkan yang tergolong dalam kategori rendah ada 6 kecamatan atau sebesar 25%. Selanjutnya, jumlah kecamatan yang tergolong dalam kategori sedang ada 9 kecamatan atau sebesar 37,5%. Untuk kecamatan yang masuk dalam kategori tinggi dan sangat tinggi berturut-turut adalah 5 kecamatan atau 20,83% dan 1 kecamatan atau 4,17%. Sehingga dapat diketahui bahwa untuk faktor persentase tenaga medis didominasi oleh kategori sedang.

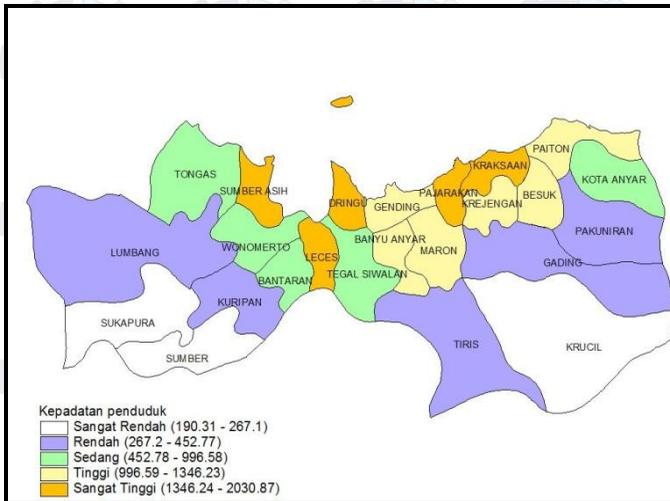
Persebaran persentase penduduk miskin setiap kecamatan di Kabupaten Probolinggo Tahun 2014 ditampilkan dalam Gambar 4.8. Gambar 4.8 memperlihatkan bahwa ada 5 kecamatan atau 20,83% kecamatan yang tergolong dalam kategori sangat rendah.



**Gambar 4.8** Persebaran Persentase Penduduk Miskin

Kategori rendah terdiri dari 4 kecamatan atau sebesar 16,67% kecamatan yang ada di Probolinggo masuk dalam kategori rendah. Selanjutnya jumlah kecamatan yang masuk dalam kategori sedang ada 4 kecamatan atau 16,67%. Sedangkan jumlah kecamatan yang tergolong dalam kategori tinggi dan sangat tinggi berturut turut adalah 7 kecamatan atau 29,17% dan 4 kecamatan atau 16,67%. Sehingga dapat diketahui pada faktor persentase penduduk miskin yang paling dominan adalah kategori sangat tinggi.

Peta tematik yang menggambarkan persebaran kepadatan penduduk setiap kecamatan di Kabupaten Probolinggo Tahun 2014 ditampilkan dalam gambar 4.9. Gambar 4.9 menggambarkan bahwa kecamatan yang tergolong dalam kategori sangat rendah ada 3 kecamatan atau sebesar 12,5% kecamatan yang tergolong dalam kategori sangat rendah. Sedangkan untuk kategori rendah dan sedang masing-masing terdiri dari 5 kecamatan atau sebesar 20,83% kecamatan. Ada 6 kecamatan atau 25% kecamatan yang tergolong dalam kategori tinggi dan untuk kecamatan yang tergolong dalam kategori sangat tinggi ada 5 kecamatan atau sebesar 20,83%.



**Gambar 4.9** Persebaran Kepadatan Penduduk

## 4.2 Pemodelan Jumlah Penderita Tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo

Pemodelan jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo dilakukan menggunakan metode Regresi Poisson dan *Generalized Poisson Regression*. Akan tetapi sebelum dilakukan analisis regresi perlu dilakukan pemeriksaan multikolinieritas terhadap data.

### 4.2.1 Pemeriksaan Multikolinieritas

Pemeriksaan multikolinieritas dilakukan untuk mengetahui adanya hubungan antar variabel prediktor. Uji multikolinieritas perlu dilakukan sebagai asumsi yang harus dipenuhi sebelum dilakukan analisis Regresi Poisson dan *Generalized Poisson Regression*. Kriteria yang digunakan untuk mengidentifikasi adanya kasus multikolinieritas ada 2 yaitu korelasi antar variabel prediktor dan menggunakan nilai *Variance Inflated Factor (VIF)*. Variabel yang memiliki korelasi tinggi adalah variabel  $X_1$  dengan  $X_2$  yaitu sebesar 0,745 yang ditunjukkan dalam lampiran 3.

Terjadinya multiolinieritas jika nilai VIF nya lebih dari 10. Nilai VIF dari masing-masing variabel prediktor dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Table 4.2** Nilai VIF dari Variabel Prediktor

Variabel	VIF
X <sub>1</sub>	3,783
X <sub>2</sub>	2,608
X <sub>3</sub>	1,709
X <sub>4</sub>	1,104
X <sub>5</sub>	1,758
X <sub>6</sub>	1,872
X <sub>7</sub>	2,411

Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa tidak terdapat kasus multikolinieritas antar variabel prediktor karena nilai VIF variabel X<sub>1</sub> sampai dengan X<sub>7</sub> tidak ada yang lebih dari 10. Jadi tujuh variabel prediktor tersebut dapat diikutsertakan dalam analisis regresi poisson dan *Generalized Poisson Regression*.

#### 4.2.2 Pemodelan Jumlah Penderita Tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo Menggunakan Analisis Regresi Poisson

Setelah dilakukan pemeriksaan multikolinieritas, selanjutnya adalah mencari hubungan antara kesembilan variabel prediktor (X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub>, X<sub>5</sub>, X<sub>6</sub>, X<sub>7</sub>) dengan jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo menggunakan Regresi Poisson. Metode yang digunakan adalah *Maksimum Likelihood Estimation* (MLE) untuk mendapatkan estimasi parameter model regresi poisson. Tabel 4.3 merangkum tentang estimasi parameter model regresi poisson dengan nilai AIC yang diperoleh yaitu 243,3.

**Tabel 4.3** Estimasi Parameter Model Regresi Poisson

Parameter	Estimasi	SE	t	P-value
$\beta_0$	4,54550	0,32600	13,94	<0,0001
$\beta_1$	0,02433	0,00321	7,59	<0,0001
$\beta_2$	-0,00727	0,00133	-5,47	<0,0001
$\beta_3$	0,01195	0,00252	-4,75	<0,0001
$\beta_4$	4,74320	2,87640	1,65	0,1122

**Lanjutan Tabel 4.3** Estimasi Parameter Model Regresi Poisson

Parameter	Estimasi	SE	t	P-value
$\beta_5$	-2,51770	3,03090	-0,83	0,4143
$\beta_6$	-0,01790	0,00409	-4,38	0,0002
$\beta_7$	0,00051	0,00008	6,30	<0,0001

Nilai estimasi yang diperoleh kemudian diuji signifikansi parameter secara serentak dan parsial untuk mengetahui signifikansi pengaruh dari variabel prediktor yang digunakan. Berikut ini adalah hipotesisnya.

$$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; \text{ dimana } j=1,2,\dots,7$$

Nilai devians ( $D(\hat{\beta})$ ) yang diperoleh sebesar 217,8, dengan taraf signifikan 10%, nilai  $\chi^2_{(7;0,1)} = 12,017$ . Nilai  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(7;0,1)}$ , sehingga keputusan yang dapat diambil yaitu tolak  $H_0$ . Artinya minimal ada satu parameter yang signifikan terhadap model. Untuk mengetahui variabel prediktor mana saja yang berpengaruh signifikan, dilakukan pengujian parameter secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0, j=1,2,\dots,7$$

Berdasarkan Tabel 4.3 diketahui bahwa *P-value* yang lebih dari 0,1 terdapat pada  $\beta_4$  dan  $\beta_5$ . Dapat diambil keputusan tolak  $H_0$  untuk parameter  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_6$ , dan  $\beta_7$ . Artinya parameter  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_6$ , dan  $\beta_7$  berpengaruh signifikan terhadap model. Model regresi poisson yang dihasilkan dapat dituliskan.

$$\hat{\mu} = \exp(4,54550 + A)$$

dengan

$$A = 0,02433X_1 - 0,00727X_2 + 0,01195X_3 - 0,01790X_6 + 0,00051X_7$$

Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo tahun 2014 meliputi persentase rumah tangga ber-PHBS ( $X_1$ ), persentase penduduk yang memiliki akses sanitasi layak ( $X_2$ ), persentase rumah sehat ( $X_3$ ), persentase penduduk miskin ( $X_6$ ), dan kepadatan penduduk ( $X_7$ ). Persentase penderita penyakit HIV ( $X_4$ ) tidak signifikan karena merupakan data individu, sedangkan pada kasus jumlah

penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo yang digunakan adalah data agregat. Sehingga persentase penderita penyakit HIV ( $X_4$ ) tidak bisa dimasukkan dalam model.

Model Regresi Poisson pada data jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo yang telah diperoleh perlu dicek kembali apakah asumsi *equi-dispersi* sudah dipenuhi atau belum. Taksiran dispersi diukur dengan nilai *Deviance* atau *Person's Chi-Square* yang dibagi dengan derajat bebas. Data dikatakan *over* dispersi jika taksiran dispersi lebih dari 1 dan *under* dispersi jika taksiran dispersi kurang dari 1.

**Tabel 4.4** Nilai *Deviance* dan *Person's Chi-Square*  
Model Regresi Poisson

Kriteria	Nilai	db	Nilai/db
<i>Deviance</i>	157,6753	19	8,2987
<i>Person's Chi-Square</i>	140,7688	19	7,4089

Berdasarkan Tabel 4.4 diketahui bahwa nilai *Deviance* dan nilai *Person's Chi-Square* hasil output dari model Regresi Poisson yang dibagi dengan derajat bebas masing-masing menghasilkan nilai lebih besar dari 1. Hal ini menunjukkan adanya kasus *over* dispersi pada model regresi poisson jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo Tahun 2014. Kondisi tersebut berpengaruh terhadap kesalahan estimasi nya. Sehingga untuk menghindari kesalahan tersebut, perlu dilakukan pemodelan menggunakan *Generalized Poisson Regression*.

#### **4.2.3 Pemodelan Jumlah Penderita Tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo Menggunakan Analisis *Generalized Poisson Regression* (GPR)**

Setelah diketahui adanya kasus overdispersi pada model Regresi Poisson, maka akan ditangani menggunakan model GPR. Sebelum membuat model GPR, dilakukan penaksiran parameter dan pengujian parameter secara serentak dan parsial. Ada tujuh variabel prediktor yang ingin dicari hubungannya dengan jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo. Ketujuh variabel prediktor tersebut dapat membentuk 127 kemungkinan model GPR dan akan dicari nilai AIC terkecil untuk model terbaik. Setiap kombinasi variabel yang dimulai dari kombinasi

satu sampai ketujuh dengan taraf signifikan 10% dapat dilihat dalam tabel berikut ini.

**Tabel 4.5 Model GPR dari Kombinasi Variabel Prediktor**

Kemungkinan Model (Y dengan $X_i$ )	AIC terkecil	Parameter yang Signifikan
$X_7$	221,1	$\beta_0, \beta_7$
$X_1, X_7$	216,7	$\beta_0, \beta_1, \beta_7$
$X_1, X_3, X_7$	214,4	$\beta_0, \beta_1, \beta_3, \beta_7$
$X_1, X_2, X_3, X_7$	211,8	$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_7$
$X_1, X_2, X_3, X_6, X_7$	210,9	$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_6, \beta_7$
$X_1, X_2, X_3, X_4, X_6, X_7$	212,6	$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_6, \beta_7$
$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$	214,4	$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_6, \beta_7$

Dari ketujuh kemungkinan model pada Tabel 4.5, diketahui bahwa model yang mempunyai parameter signifikan paling banyak dengan nilai AIC terkecil adalah pada kombinasi kelima dengan AIC sebesar 210,9. Sehingga pada kombinasi ketujuh akan dibuat model GPR. Sebelum dibuat model GPR, estimasi parameter yang telah dihasilkan harus diuji terlebih dahulu secara serentak lalu dilanjutkan secara parsial untuk mengetahui pengaruh variabel prediktor terhadap jumlah penderita tuberkulosis.

**Tabel 4.6 Estimasi Parameter Model GPR**

Parameter	Estimasi	SE	t	P-value
$\beta_0$	4,0893	0,5308	7,7	<,0001
$\beta_1$	0,02513	0,005245	4,79	<,0001
$\beta_2$	-0,00745	0,002582	-2,88	0,0082
$\beta_3$	-0,01293	0,004233	-3,05	0,0054
$\beta_6$	-0,01292	0,007105	-1,82	0,0815
$\beta_7$	0,000691	0,000139	4,99	<,0001
$\theta$	0,01832	0,006431	2,85	0,0089

Tabel 4.6 merupakan nilai estimasi parameter dari kombinasi lima variabel yang kemudian diuji signifikansi parameter secara serentak dan parsial. Hipotesisi uji serentak parameter model GPR sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_6 = \beta_7 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; \text{ dimana } j=1,2,3,6,7$$

Nilai  $D(\hat{\beta})$  yang diperoleh yaitu 196,9, nilai devians yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan nilai *Chi-Square*. Taraf signifikan yang digunakan adalah 10% sehingga didapatkan nilai  $\chi^2_{(5;0,1)} = 9,236$ . Keputusan yang dapat diambil yaitu tolak  $H_0$  karena nilai  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(5;0,1)}$ . Artinya minimal ada satu parameter yang signifikan terhadap model. Selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara parsial untuk mengetahui variabel prediktor mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap model. Berikut ini adalah hipotesis yang digunakan.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0, j=1,2,3,6,7$$

Berdasarkan Tabel 4.6 tampak bahwa pengujian semua parameter signifikan dengan taraf signifikan 10%, dan dari Tabel 4.6 juga diketahui parameter dispersi  $\theta$  sebesar 0,01832. Untuk memastikan apakah ada kasus *over* dispersi atau tidak, maka dilakukan pengujian dengan perumusan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \theta = 0$$

$$H_1 : \theta \neq 0$$

atau

$$H_0 : \text{Tidak terjadi kasus } \textit{over} \text{ dispersi}$$

$$H_1 : \text{Terjadi kasus } \textit{over} \text{ dispersi}$$

Pada taraf signifikan 10% diketahui bahwa terjadi kasus *over* dispersi pada data jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo karena  $P\text{-value} (0,0089) < \alpha (0,1)$  sesuai dengan hasil pengujian yang dilakukan sebelumnya. Jadi model GPR yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \exp(4,0893 + A)$$

dengan

$$A = 0,02513X_1 - 0,00745X_2 - 0,01293X_3 - 0,01292X_6 + 0,000691X_7$$

Berdasarkan model GPR diatas, faktor yang mempengaruhi jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo adalah persentase rumah tangga ber-PHBS( $X_1$ ), persentase penduduk yang memiliki akses sanitasi layak ( $X_2$ ), persentase rumah sehat

( $X_3$ ), persentase penduduk miskin ( $X_6$ ), dan kepadatan penduduk ( $X_7$ ).

Berdasarkan hasil estimasi dapat dijelaskan bahwa setiap meningkatnya 1% rumah tangga ber-PHBS akan meningkatkan rata-rata penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo sebesar 1,025 kali lipat, dengan catatan variabel yang lain konstan. Setiap peningkatan 1% penduduk yang memiliki akses sanitasi layak akan meningkatkan rata-rata penderita tuberkulosis sebanyak 0,993 kali lipat dengan syarat variabel yang lain konstan. Setiap peningkatan 1% rumah sehat maka rata-rata penderita tuberkulosis mengalami peningkatan sebesar 0,987 kali lipat dengan syarat variabel yang lain konstan. Sedangkan setiap peningkatan 1% penduduk miskin akan menyebabkan meningkatkan rata-rata penderita tuberkulosis sebanyak 0,987 kali lipat dengan syarat variabel yang lainnya konstan. Dan peningkatan 1 jiwa/km<sup>2</sup> kepadatan penduduk akan menyebabkan rata-rata penderita tuberkulosis meningkat sebesar 1,001 kali lipat dengan syarat variabel yang lain konstan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Penderita tuberkulosis paling banyak terdapat di Kecamatan Kraksaan dengan jumlah 91 penderita dan yang paling rendah terdapat di Kecamatan Sumber sebanyak 6 penderita. Kecamatan Kraksaan memiliki jumlah tenaga medis sangat rendah dan kepadatan penduduk yang sangat tinggi. Kecamatan dengan kategori sangat tinggi berada dibagian utara yaitu Kecamatan Sumberasih, Dringu, Kraksaan dan Paiton.
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita tuberkulosis di Kabupaten Probolinggo adalah persentase rumah tangga ber-PHBS( $X_1$ ), persentase penduduk yang memiliki akses sanitasi layak ( $X_2$ ), persentase rumah sehat ( $X_3$ ), persentase penduduk miskin ( $X_6$ ), dan kepadatan penduduk ( $X_7$ ).

#### **5.2 Saran**

Indikator yang dapat digunakan untuk mendeteksi peningkatan jumlah penderita tuberkulosis diantaranya adalah rumah tangga ber-PHBS, penduduk yang memiliki akses sanitasi layak, rumah sehat, penduduk miskin, dan kepadatan penduduk. Jumlah penderita tuberkulosis yang paling tinggi terdapat di Kecamatan Kraksaan. Hal tersebut didukung oleh jumlah tenaga medis yang sangat rendah dan kepadatan penduduk yang sangat tinggi. Kurangnya tenaga medis yang melayani masyarakat di Kecamatan Kraksaan menyebabkan penderita tuberkulosis mendapatkan pelayanan kesehatan kurang maksimal. Selain itu, kepadatan penduduk di Kecamatan Kraksaan sangat tinggi sehingga menyebabkan tingginya jumlah penderita tuberkulosis. Saran yang dapat disampaikan yaitu meningkatkan jumlah tenaga

medis dan kemudian dilakukan sosialisasi mengenai penyakit tuberkulosis. Rendahnya rata-rata rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat di setiap kecamatan, Dinas Kesehatan Kabupaten Probolinggo hendaknya melakukan sosialisasi mengenai berperilaku hidup bersih dan sehat. Serta perlu dilakukan pemerataan jumlah penduduk supaya bisa mengurangi resiko meningkatnya jumlah penderita tuberkulosis di setiap kecamatan yang ada di Kabupaten Probolinggo.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (2002). *Categorical Data Analysis Second Edition*. New York: John Willey and Sons.
- Aziz, T. Lukman dan Rachman, Ridwan. (1977). *Peta Tematik*. Bandung: Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Bandung.
- Bozdogan, H. (2000). *Akaike's Information Criterion and Recent Developments in Information Complexity, Mathematical Psychology*, 44, 62-91.
- BPS. (2015). *Kabupaten Probolinggo Dalam Angka 2015*. Diakses di <http://probolinggokab.bps.go.id/> pada 8 Januari 2016 pukul 15.00 WIB.
- Cameron, A., & Trivedi, P. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Departemen Kesehatan RI. (2008). *Pedoman Nasional Penanggulangan Tuberkulosis edisi 2*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI
- Dinas Kesehatan Kabupaten Probolinggo. (2013). *Profil Kesehatan Provinsi Kabupaten Probolinggo Tahun 2012*. Probolinggo : Dinas Kesehatan Kabupaten Probolinggo.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2012). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2011*. Surabaya : Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2013). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2012*. Surabaya : Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.
- Draper, N., & Smith, H. (1992). *Analysis Regresi Terapan*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka
- Expert Health Data Programming. (2014). *What is Jenks Natural Breaks??* diakses dari <http://www.ehdp.com/vitalnet/breaks-1.htm> pada 8 Juni 2016.
- Famoye, F., Wulu, J., & Singh, K. (2004). *On The Generalized Poisson Regression Model with an Aplication to Accident Data*. *Journal of Data Science* 2, 287-295.

Hocking, R. R. (1996). *Methods and applications of linear models: regression and the analysis of variance*. New York: John Wiley and Sons.

Kementerian Kesehatan RI . (2014). *Pedoman Nasional Pengendalian Tuberkulosis*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI Direktorat Jendral Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan.

Kotouki, Anance. (2012). *Gambaran Perilaku Penderita dan Resiko Tuberkulosis BTA Positif dengan Kepatuhan Minum Obat dan Kebiasaan Membuang Dahak di Wilayah Puskesmas Ciomas Kabupaten Bogor Provinsi Jawa Barat Tahun 2012*. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia.

Kusumo, Tri. (2011). *Hubungan Perilaku Hidup Bersih Dan Sehat Tatanan Rumah Tangga Strata Utama Dengan Kejadian Tuberkulosis Paru Di Wilayah Kerja Puskesmas Sambungmacan I Kabupaten Sragen*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Muaz, Faris. (2014). *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Tuberkulosis Paru Basil Tahan Asa Positif di Puskesmas Wilayah Kecamatan Serang Kota Serang tahun 2014*. Skripsi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.

Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. (2014). *Ringkasan Eksekutif*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI Direktorat Jendral Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan.

Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. (2015). *Tuberkulosis*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI Direktorat Jendral Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan.

Putu, I. (2013). *Penerapan Regresi Generalized Poisson untuk Mengatasi Fenomena Overdispersi pada Kasus Regresi Poisson*. Bukit Jimbaran: Universitas Udayana

- Rida D. (2014). *Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kasus Penyakit Tuberkulosis di Jawa Timur dengan Pendekatan Generalized Poisson Regression dan Geographically Weighted Poisson Regression*. Tugas Akhir. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
- Riset Kesehatan Dasar. (2013). *Riskesdas 2013*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Sandina, Dewi. (2011). *9 Penyakit Mematikan*. Yogyakarta: Smart Pustaka.
- Shierly. (2015). *Penderita TBC Terus Meningkat*. Diakses di <http://www.kabarbromoterkini.com/2015/05/09/penderita-tbc-terus-meningkat/> pada tanggal 8 Januari 2016 Pukul 14.10 WIB.
- Suharyo. (2013). *Determinasi Penyakit Tuberkulosis di Daerah Pedesaan*. Jurnal Kesehatan Masyarakat. Semarang: Universitas Dian Nuswantoro.
- Walpole, Ronald E. (1995). *Pengantar Statistika Edisi Ke-3*. Diterjemahkan oleh: Ir. Bambang Sumantri. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Data Jumlah Penderita Tuberkulosis dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya

No.	Kecamatan	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>
1	Bantaran	70	39,373	39,760	19,964	0,005	0,040	64,884	996,575
2	Banyuwanyar	66	37,620	98,800	31,620	0,002	0,037	56,722	1180,205
3	Besuk	73	14,380	85,560	0,054	0,045	0,040	61,772	1346,232
4	Dringu	86	26,888	60,529	18,590	0,011	0,021	44,277	1683,325
5	Gading	66	71,060	80,140	59,630	0,026	0,058	64,339	338,463
6	Gending	58	25,011	37,168	30,496	0,017	0,050	50,303	1103,079
7	Kotaanyar	36	6,648	25,516	2,577	0,017	0,044	63,186	852,302
8	Kraksaan	91	37,461	61,425	60,182	0,031	0,018	45,845	1792,579
9	Krejengan	43	20,800	34,081	39,447	0,036	0,051	61,825	1141,296
10	Krucil	31	19,145	69,354	1,372	0,024	0,041	71,426	267,101
11	Kuripan	27	25,029	54,970	37,193	0,020	0,030	80,864	452,765
12	Leces	63	58,300	141,460	34,080	0,021	0,042	56,610	1535,166
13	Lumbang	16	15,601	56,554	50,862	0,019	0,047	73,819	345,583
14	Maron	58	84,700	186,130	43,230	0,016	0,038	63,064	1243,523
15	Paiton	87	36,960	101,920	40,240	0,032	0,034	39,526	1336,126
16	Pajarakan	54	17,936	62,281	24,160	0,026	0,029	46,241	1629,489
17	Pakuniran	56	29,110	74,030	11,760	0,014	0,048	57,089	383,303
18	Sukapura	10	23,397	100,003	55,125	0,010	0,084	42,130	198,030

**Lampiran 1.** (Lanjutan)

19	Sumber	6	10,379	52,060	7,883	0,030	0,033	61,868	190,307
20	Sumberasih	84	18,297	46,387	29,477	0,010	0,028	52,477	2030,865
21	Tegalsiwalan	36	0,000	42,408	16,054	0,019	0,029	52,163	896,573
22	Tiris	30	66,910	93,850	40,630	0,012	0,041	74,384	395,354
23	Tongas	68	52,040	88,540	41,370	0,008	0,024	59,730	843,134
24	Wonomerto	63	13,103	42,590	9,151	0,005	0,038	49,123	872,441

**Lampiran 2.** Statistika Deskriptif**Descriptive Statistics: Y, X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7**

Variable	Mean	StDev	Minimum	Maximum
Y	53.25	24.63	6.00	91.00
X1	32.62	21.56	0.00	84.70
X2	72.31	36.58	25.52	186.13
X3	29.38	18.31	0.05	60.18
X4	0.01890	0.01070	0.00185	0.04452
X5	0.03937	0.01371	0.01771	0.08409
X6	58.07	10.80	39.53	80.86
X7	961	551	190	2031

### Lampiran 3. Korelasi Antar Variabel Prediktor

```
MTB > Name m1 "CORR1"  
MTB > Correlation 'X1'-'X7' 'CORR1'.  
MTB > PRINT M1
```

#### Data Display

Matrix CORR1

1.00000	0.74473	0.56068	-0.15030	0.06001	0.17068	0.02870
<b>0.74473</b>	1.00000	0.34223	-0.01900	-0.11397	-0.01913	0.07241
0.56068	0.34223	1.00000	-0.02635	-0.21307	-0.05913	0.01834
-0.15030	-0.01900	-0.02635	1.00000	-0.04097	0.02239	0.09722
0.06001	0.11397	0.21307	-0.04097	1.00000	0.05100	-0.54299
0.17068	-0.01913	-0.05913	0.02239	0.05100	1.00000	-0.53282
0.02870	0.07241	0.01834	0.09722	-0.54299	-0.53282	1.00000

#### Lampiran 4. Nilai VIF dari Tujuh Variabel Prediktor

```
MTB > Regress 'Y' 7 'X1'-'X7';
SUBC> Constant;
SUBC> VIF;
SUBC> Brief 2.
```

#### Regression Analysis: Y versus X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7

The regression equation is

$$Y = 79.8 + 0.863 X1 - 0.264 X2 - 0.300 X3 + 113 X4 - 188 X5 - 0.758 X6 + 0.0246 X7$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	79.81	31.90	2.50	0.024	
X1	0.8627	0.2571	3.36	0.004	3.783
X2	-0.2642	0.1258	-2.10	0.052	2.608
X3	-0.3003	0.2035	-1.48	0.159	1.709
X4	112.9	279.9	0.40	0.692	1.104
X5	-188.1	275.7	-0.68	0.505	1.758
X6	-0.7576	0.3611	-2.10	0.052	1.872
X7	0.024634	0.008035	3.07	0.007	2.411

## Lampiran 5. Macro SAS Regresi Poisson

```

data poisson;
input y x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7;
datalines;
70 39.373 39.760 19.964 0.005 0.040 64.884 996.575
66 37.620 98.800 31.620 0.002 0.037 56.722 1180.205
73 14.380 85.560 0.054 0.045 0.040 61.772 1346.232
.
.
30 66.910 93.850 40.630 0.012 0.041 74.384 395.354
68 52.040 88.540 41.370 0.008 0.024 59.730 843.134
63 13.103 42.590 9.151 0.005 0.038 49.123 872.441
;
run;
title 'poisson model';
proc nlmixed data=poisson start hess tech=newrap alpha=0.1;
parms a0=0 a1=0 a2=0 a3=0 a4=0 a5=0 a6=0 a7=0;
eta=a0+a1*x1+a2*x2+a3*x3+a4*x4+a5*x5+a6*x6+a7*x7;
lambda=exp(eta);
model y~poisson(lambda);
run;

```

## Lampiran 6. Output SAS Regresi Poisson

poisson model 19:58 Monday, May 10, 2016 2

The NL MIXED Procedure

Fit Statistics

-2 Log Likelihood	217.8
AIC (smaller is better)	233.8
AICC(smaller is better)	243.4
BIC (smaller is better)	243.2

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr >  t	Alpha	Lower	Upper
a0	4.5455	0.3260	24	13.94	<.0001	0.1	3.9878	5.1033
a1	0.02433	0.003207	24	7.59	<.0001	0.1	0.01884	0.02982
a2	-0.00727	0.001330	24	-5.47	<.0001	0.1	-0.00955	-0.00500
a3	-0.01195	0.002515	24	-4.75	<.0001	0.1	-0.01625	-0.00765
a4	4.7432	2.8764	24	1.65	0.1122	0.1	-0.1779	9.6643
a5	-2.5177	3.0309	24	-0.83	0.4143	0.1	-7.7033	2.6678
a6	-0.01790	0.004090	24	-4.38	0.0002	0.1	-0.02489	-0.01090
a7	0.000513	0.000081	24	6.30	<.0001	0.1	0.000374	0.000653

**Lampiran 7.** Macro SAS Mendapatkan Nilai *Devians* dan *Pearson Chi-Square* Regresi Poisson

```
data cari_devians;
input y x1 x2 x3 x6 x7;
cards;
70    39.373  39.760  19.964  64.884  996.575
66    37.620  98.800  31.620  56.722  1180.205
73    14.380  85.560  0.054   61.772  1346.232
.
.
.
30    66.910  93.850  40.630  74.384  395.354
68    52.040  88.540  41.370  59.730  843.134
63    13.103  42.590  9.151   49.123  872.441
;
run;
proc genmod data=cari_devians;
    model Y = X1 X2 X3 X6/dist = poisson
    link=log
    type1
    type3 wald
    scale=deviance;
run;
```

## Lampiran 8. Output SAS Nilai *Devians* dan *Pearson Chi-Square* Regresi Poisson

poisson model					19:58 Monday, May 10, 2016	4
The GENMOD Procedure						
Model Information						
Data Set	WORK.CARI_DEVIANS					
Distribution	Poisson					
Link Function	Log					
Dependent Variable	Y					
Observations Used	24					
Criteria For Assessing Goodness Of Fit						
Criterion	DF	Value	Value/DF			
Deviance	19	157.6753	8.2987			
Scaled Deviance	19	19.0000	1.0000			
Pearson Chi-Square	19	140.7688	7.4089			
Scaled Pearson X2	19	16.9628	0.8928			
Log Likelihood		467.2103				

**Lampiran 9.** Macro SAS Untuk GPR (Y dengan  $X_7$ )

```
data GPR;
input y x7;
datalines;
70      996.575
66      1180.205
73      1346.232
.
.
.
30      395.354
68      843.134
63      872.441
run;
/*generalized Poisson Regression Model*/
title 'Model GPR';
proc nlmixed data =GPR start hess tech=newrap alpha=0.1;
parms a0=0 a7=0 teta=0;
eta=a0+a7*x7;
lambda=exp(eta);
ll=y*log(lambda/(1+teta*lambda))+(y-1)*log(1+teta*y)-lambda*(1+teta*y)/(1+teta*lambda)-
lgamma(y+1);
model y~general(ll);
run;
```

### Lampiran 10. Output SAS Untuk GPR (Y dengan $X_7$ )

Fit Statistics									
Parameter Estimates									
Parameter	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr >  t	Alpha	Lower	Upper	
a0	3.1797	0.1765	24	18.01	<.0001	0.1	2.8777	3.4818	
a7	0.000761	0.000176	24	4.33	0.0002	0.1	0.000461	0.001062	
teta	0.03743	0.009907	24	3.78	0.0009	0.1	0.02048	0.05438	

### Lampiran 11. Macro SAS Untuk GPR (Y dengan $X_1$ $X_7$ )

```

data GPR;
input y x1 x7;
datalines;
70    39.373  996.575
66    37.620  1180.205
73    14.380  1346.232
.
.
30    66.910  395.354
68    52.040  843.134
63    13.103  872.441
run;
/*generalized Poisson Regression Model*/
title 'Model GPR';
proc nlmixed data =GPR start hess tech=newrap alpha=0.1;
parms a0=0 a1=0 a7=0 teta=0;
eta=a0+a1*x1+a7*x7;
lambda=exp(eta);
ll=y*log(lambda/(1+teta*lambda))+(y-1)*log(1+teta*y)-lambda*(1+teta*y)/(1+teta*lambda)-
lgamma(y+1);
model y~general(ll);
run;

```

## Lampiran 12. Output SAS Untuk GPR (Y dengan $X_1$ $X_7$ )

Fit Statistics								
Parameter Estimates								
Parameter	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr >  t	Alpha	Lower	Upper
a0	2.8236	0.2101	24	13.44	<.0001	0.1	2.4641	3.1831
a1	0.009784	0.003932	24	2.49	0.0202	0.1	0.003057	0.01651
a7	0.000803	0.000157	24	5.10	<.0001	0.1	0.000534	0.001073
teta	0.03050	0.008491	24	3.59	0.0015	0.1	0.01598	0.04503

### Lampiran 13. Macro SAS Untuk GPR (Y dengan $X_1$ $X_3$ $X_7$ )

```

data GPR;
input y x1 x3 x7;
datalines;
70    39.373  19.964  996.575
66    37.620  31.620  1180.205
73    14.380   0.054  1346.232
.
.
.
30    66.910  40.630  395.354
68    52.040  41.370  843.134
63    13.103   9.151  872.441
run;
/*generalized Poisson Regression Model*/
title 'Model GPR';
proc nlmixed data =GPR start hess tech=newrap alpha=0.1;
parms a0=0 a1=0 a3=0 a7=0 teta=0;
eta=a0+a1*x1+a3*x3+a7*x7;
lambda=exp(eta);
ll=y*log(lambda/(1+teta*lambda))+(y-1)*log(1+teta*y)-lambda*(1+teta*y)/(1+teta*lambda)-
lgamma(y+1);
model y~general(ll);
run;

```



### Lampiran 15. Macro SAS Untuk GPR (Y dengan $X_1$ $X_2$ $X_3$ $X_7$ )

```

data GPR;
input y x1 x2 x3 x7;
datalines;
70    39.373    39.760    19.964    996.575
66    37.620    98.800    31.620    1180.205
73    14.380    85.560    0.054    1346.232
.
.
30    66.910    93.850    40.630    395.354
68    52.040    88.540    41.370    843.134
63    13.103    42.590    9.151    872.441
run;
/*generalized Poisson Regression Model*/
title 'Model GPR';
proc nlmixed data =GPR start hess tech=newrap alpha=0.1;
parms a0=0 a1=0 a2=0 a3=0 a7=0 teta=0;
eta=a0+a1*x1+a2*x2+a3*x3+a7*x7;
lambda=exp(eta);
ll=y*log(lambda/(1+teta*lambda))+(y-1)*log(1+teta*y)-lambda*(1+teta*y)/(1+teta*lambda)-
lgamma(y+1);
model y~general(ll);
run;

```



### Lampiran 17. Macro SAS Untuk GPR (Y dengan $X_1$ $X_2$ $X_3$ $X_6$ $X_7$ )

```

data GPR;
input y x1 x2 x3 x6 X7;
datalines;
70    39.373  39.760  19.964  64.884  996.575
66    37.620  98.800  31.620  56.722  1180.205
73    14.380  85.560  0.054  61.772  1346.232
.
.
.
30    66.910  93.850  40.630  74.384  395.354
68    52.040  88.540  41.370  59.730  843.134
63    13.103  42.590  9.151  49.123  872.441
run;
/*generalized Poisson Regression Model*/
title 'Model GPR';
proc nlmixed data =GPR start hess tech=newrap alpha=0.1;
parms a0=0 a1=0 a2=0 a3=0 a6=0 a7=0 teta=0;
eta=a0+a1*x1+a2*x2+a3*x3+a6*x6+a7*x7;
lambda=exp(eta);
ll=y*log(lambda/(1+teta*lambda))+(y-1)*log(1+teta*y)-lambda*(1+teta*y)/(1+teta*lambda)-
lgamma(y+1);
model y~general(ll);
run;

```



### Lampiran 19. Macro SAS Untuk GPR (Y dengan $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_7$ )

```

data GPR;
input y x1 x2 x3 x4 x6 X7;
datalines;
70 39.373 39.760 19.964 0.005 64.884 996.575
66 37.620 98.800 31.620 0.002 56.722 1180.205
73 14.380 85.560 0.054 0.045 61.772 1346.232
.
.
30 66.910 93.850 40.630 0.012 74.384 395.354
68 52.040 88.540 41.370 0.008 59.730 843.134
63 13.103 42.590 9.151 0.005 49.123 872.441
run;
/*generalized Poisson Regression Model*/
title 'Model GPR';
proc nlmixed data =GPR start hess tech=newrap alpha=0.1;
parms a0=0 a1=0 a2=0 a3=0 a4=0 a6=0 a7=0 teta=0;
eta=a0+a1*x1+a2*x2+a3*x3+a4*x4+a6*x6+a7*x7;
lambda=exp(eta);
ll=y*log(lambda/(1+teta*lambda))+(y-1)*log(1+teta*y)-lambda*(1+teta*y)/(1+teta*lambda)-
lgamma(y+1);
model y~general(ll);
run;

```

## Lampiran 20. Output SAS Untuk GPR (Y dengan $X_1 X_2 X_3 X_4 X_6 X_7$ )

Fit Statistics								
	-2 Log Likelihood							196.6
	AIC (smaller is better)							212.6
	AICC (smaller is better)							222.2
	BIC (smaller is better)							222.0
Parameter Estimates								
Parameter	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr >  t	Alpha	Lower	Upper
a0	4.1084	0.5233	24	7.85	<.0001	0.1	3.2130	5.0037
a1	0.02590	0.005371	24	4.82	<.0001	0.1	0.01671	0.03509
a2	-0.00774	0.002590	24	-2.99	0.0064	0.1	-0.01217	-0.00331
a3	-0.01330	0.004240	24	-3.14	0.0045	0.1	-0.02055	-0.00605
a4	2.8734	5.2738	24	0.54	0.5909	0.1	-6.1494	11.8962
a6	-0.01379	0.007180	24	-1.92	0.0668	0.1	-0.02607	-0.00150
a7	0.000674	0.000139	24	4.86	<.0001	0.1	0.000437	0.000911
teta	0.01769	0.006411	24	2.76	0.0109	0.1	0.006719	0.02866

### Lampiran 21. Macro SAS Untuk GPR (Y dengan $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7$ )

```

data GPR;
input y x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7;
datalines;
70 39.373 39.760 19.964 0.005 0.040 64.884 996.575
66 37.620 98.800 31.620 0.002 0.037 56.722 1180.205
73 14.380 85.560 0.054 0.045 0.040 61.772 1346.232
.
.
.
30 66.910 93.850 40.630 0.012 0.041 74.384 395.354
68 52.040 88.540 41.370 0.008 0.024 59.730 843.134
63 13.103 42.590 9.151 0.005 0.038 49.123 872.441
run;
/*generalized Poisson Regression Model*/
tittle 'Model GPR';
proc nlmixed data =GPR start hess tech=newrap alpha=0.1;
parms a0=0 a1=0 a2=0 a3=0 a4=0 a5=0 a6=0 a7=0 teta=0;
eta=a0+a1*x1+a2*x2+a3*x3+a4*x4+a5*x5+a6*x6+a7*x7;
lambda=exp(eta);
ll=y*log(lambda/(1+teta*lambda))+(y-1)*log(1+teta*y)-lambda*(1+teta*y)/(1+teta*lambda)-
lgamma(y+1);
model y~general(ll);
run;

```

## Lampiran 22. Output SAS Untuk GPR (Y dengan $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7$ )

Fit Statistics								
	-2 Log Likelihood					196.4		
	AIC (smaller is better)					214.4		
	AICC (smaller is better)					227.2		
	BIC (smaller is better)					225.0		
Parameter Estimates								
Parameter	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr >  t	Alpha	Lower	Upper
a0	4.2987	0.6457	24	6.66	<.0001	0.1	3.1940	5.4034
a1	0.02589	0.005329	24	4.86	<.0001	0.1	0.01677	0.03501
a2	-0.00766	0.002561	24	-2.99	0.0064	0.1	-0.01204	-0.00327
a3	-0.01310	0.004241	24	-3.09	0.0050	0.1	-0.02036	-0.00585
a4	3.2979	5.2896	24	0.62	0.5389	0.1	-5.7520	12.3479
a5	-2.8053	5.7863	24	-0.48	0.6322	0.1	-12.7049	7.0944
a6	-0.01469	0.007335	24	-2.00	0.0566	0.1	-0.02724	-0.00214
a7	0.000624	0.000169	24	3.70	0.0011	0.1	0.000336	0.000913
teta	0.01742	0.006358	24	2.74	0.0114	0.1	0.006539	0.02829

## BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap IKE MEILANIA dan dilahirkan di Lumajang pada tanggal 20 Mei 1995 sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Desa Nogosari Kecamatan Rowokangkung Kabupaten Lumajang. Penulis telah menempuh pendidikan formal hingga Sekolah Menengah Atas di Lumajang. Mulai dari TK Dharma Wanita Nogosari Darungan, SDN Nogosari 02, SMPN 1 Yosowilangun, dan SMAN Yosowilangun. Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan studinya di Diploma III Jurusan Statistka FMIPA ITS Surabaya melalui jalur penerimaan Reguler pada tahun 2013 dengan NRP. 1313 030 091 yang juga merupakan bagian dari keluarga  $\sum 24$ . Penulis pernah bergabung dalam organisasi kemahasiswaan, yakni sebagai Staff Departemen Ristek HIMADATA-ITS periode 2014/2015 dan Kabiro Keprofesian Departemen Ristek HIMADATA-ITS periode 2015/2016. Pada akhir semester 4, penulis mendapatkan kesempatan Kerja Praktek di KPP Pratama Surabaya Wonocolo. Untuk kritik dan saran dapat dikirim melalui email penulis [ike20meilania@gmail.com](mailto:ike20meilania@gmail.com).