



**TUGAS AKHIR - SS 141501**

**ANALISIS FAKTOR-FAKTOR RISIKO YANG  
MEMPENGARUHI JUMLAH KASUS MALARIA DI JAWA  
TIMUR TAHUN 2013 DENGAN *GEOGRAPHICALLY  
WEIGHTED NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION*  
(GWNBR)**

NURINA HAYU RATRI  
NRP 1311 100 057

Dosen Pembimbing  
Dr. Purnadi, M.Sc

Program Studi S1 Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - SS 141501

**ANALYSIS OF RISK FACTORS AFFECTING THE  
NUMBER OF MALARIA CASES IN EAST JAVA DURING  
2013 USING GEOGRAPHICALLY WEIGHTED NEGATIVE  
BINOMIAL REGRESSION (GWNBR)**

NURINA HAYU RATRI  
NRP 1311 100 057

Supervisor  
Dr. Purhadi, M.Sc

Undergraduate Programme of Statistics  
Faculty of Mathematics and Natural Sciences  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2015

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS FAKTOR-FAKTOR RISIKO YANG  
MEMPENGARUHI JUMLAH KASUS MALARIA DI JAWA  
TIMUR TAHUN 2013 DENGAN *GEOGRAPHICALLY  
WEIGHTED NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION*  
(GWNBR)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada  
Program Studi S-1 Jurusan Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**NURINA HAYU RATRI**  
**NRP 1311 100 057**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

**Dr. Purhadi, M.Sc**

**NIP : 19620204 198701 1 001**



Mengetahui

Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS



**Dr. Muhammad Mashuri, MT**  
**NIP. 19620408 198701 1 001**

**SURABAYA, JULI 2015**

**Analisis Faktor-Faktor Risiko yang Mempengaruhi Jumlah  
Kasus Malaria di Jawa Timur Tahun 2013 dengan  
*Geographically Weighted Negative Binomial Regression*  
(GWNBR)**

**Nama** : Nurina Hayu Ratri  
**NRP** : 1311100057  
**Jurusan** : Statistika FMIPA – ITS  
**Dosen Pembimbing** : Dr. Purhadi, M.Sc

**Abstrak**

*Indonesia memiliki program nasional untuk bebas dari malaria pada tahun 2030, akan tetapi sebelumnya diharapkan Pulau Jawa dan Bali akan terbebas dari malaria terlebih dahulu pada tahun 2015. Jawa Timur merupakan provinsi di Pulau Jawa yang mana masih terdapat kasus malaria, apalagi di beberapa daerah yang endemik ditemukan bahwa jumlah kasusnya cukup tinggi. Salah satu cara untuk meminimalisir kasus malaria adalah mengetahui faktor-faktor penyebabnya. Berdasarkan hal tersebut dalam penelitian ini akan dilakukan analisis faktor-faktor yang mempengaruhi malaria di Jawa Timur dengan melakukan pemodelan jumlah kasus malaria menggunakan metode *Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)*. Pemodelan dengan regresi Poisson diindikasikan terjadi overdispersi dan diatasi dengan regresi Binomial Negatif. Dengan memperhatikan aspek spasial maka digunakan metode GWNBR. Pemodelan GWNBR menghasilkan tiga pengelompokan kabupaten/kota berdasarkan variabel yang signifikan. Variabel yang mempengaruhi jumlah kasus malaria di semua kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur adalah persentase rumah sehat ( $X_1$ ), persentase rumah tangga dengan pembuangan limbah sehat ( $X_2$ ), persentase puskesmas ( $X_3$ ), persentase penyuluhan kesehatan ( $X_4$ ), persentase rumah tangga dengan PHBS ( $X_5$ ), persentase rumah tangga dengan sarana air bersih ( $X_6$ ) dan persentase TUPM sehat ( $X_8$ ). Pemodelan dengan menggunakan GWNBR menghasilkan nilai AIC paling minimum apabila dibandingkan dengan regresi Poisson dan regresi Binomial Negatif.*

**Kata Kunci** — AIC, GWNBR, Malaria, Regresi Binomial Negatif, Regresi Poisson, Spasial

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **Analysis of Risk Factors Affecting The Number of Malaria Cases in East Java During 2013 Using Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)**

**Name** : Nurina Hayu Ratri  
**NRP** : 1311100057  
**Department** : Statistika FMIPA – ITS  
**Supervisor** : Dr. Purhadi, M.Sc

## **Abstract**

*The Government of Indonesia targeted the country to be free from malaria in 2013, however before it hoped that Java and Bali Island will be free earlier. East Java is one of province in Java island still have the number of malaria cases especially some area which endemic was founded high cases. One method to minimize malaria case are knowing the affecting factors. Based of that, this research will do analysis factors affecting malaria with modeling the numbers of malaria cases in East Java with Geographically Weighted Negative Binomial Regressions (GWNBR). In Poisson regression analysis indicated appear overdispersion phenomenon and it can be overcome using Negative Binomial regression. By considering the spatial aspects (region) then used the method Geographically Weighted Regression Negative Binomial (GWNBR). The results of the study resulted in three groupings district/city based on variables that influence. Factor affecting the number of malaria case in all districts / cities in East Java Province is the percentage of healthy house ( $X_1$ ), percentage of household having healthy waste disposal ( $X_2$ ), percentage of puskesmas ( $X_3$ ), percentage of health information ( $X_4$ ), percentage of household living clean and healthy behavior (PHBS) ( $X_5$ ), percentage household using clean water ( $X_6$ ), and percentage of healthy TUPM ( $X_8$ ). In GWNBR get the lowest AIC than Poisson regression and Negative Binomial regression.*

**Keywords** — *AIC, GWNBR, Malaria, Negative Binomial Regression, Poisson Regression, Spatial*

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Rasa Syukur Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT atas nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

### **Analisis Faktor-Faktor Risiko yang Mempengaruhi Jumlah Kasus Malaria di Jawa Timur Tahun 2013 dengan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR)**

Terselesaikannya tugas akhir ini juga tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan dan bantuan pada penulis. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dalam setiap langkah dan kelancaran dalam pembuatan tugas akhir ini.
2. Ibuku Agit Paresti dan Bapakku Achmad Konik, yang telah memberikan doa, waktunya untuk mendengarkan keluhan, dan memberikan semangat serta dukungan.
3. Bapak Dr. Puhadi M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan ilmu dan arahan dalam penyelesaian tugas akhir.
4. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku dosen wali serta penguji dan Ibu Shofi Andari, M.Si selaku dosen penguji atas saran dan kritiknya demi kesempurnaan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, MT selaku Ketua Jurusan Statistika FMIPA ITS.
6. Adam Faldi Nugroho dan Hasri Nurhanissa terima kasih untuk setiap kenakalan juga sumber semangat selama penyelesaian tugas akhir serta untuk Alm mbah yang memberikan banyak dukungan dan petuah semasa hidupku.
7. Mas Surya Irawan yang selalu mengingatkan dan banyak menyemangati selama kuliah.

8. Untuk Jainap Niken, Lucky Chyntia dan Marina Marsudi, terima kasih untuk kebersamaan di setiap langkah kita dan semoga kedepannya akan tetap seperti ini.
9. Teman-teman seperjuangan tugas akhir 112 ITS atas segala masukan dan waktunya untuk diskusi, khususnya Mentari Sonya, Friska dan Habibah yang banyak membantu dalam tugas akhir ini
10. Seluruh keluarga besar Jurusan Statistika FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, khususnya  $\Sigma 22$  atas kebersamaan dan kehangatannya.
11. Seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran diharapkan dari semua pihak untuk tahap pengembangan selanjutnya. Semoga tugas akhir ini akan bermanfaat untuk menambah wawasan keilmuan bagi semua pihak.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

# DAFTAR ISI

halaman

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Statistika Deskriptif.....	5
2.2 Regresi Poisson.....	6
2.2.1 Penaksir Parameter Regresi Poisson .....	7
2.2.2 Pengujian Parameter Regresi Poisson .....	9
2.3 Deteksi Overdispersi pada Regresi Poisson.....	10
2.4 Regresi Binomial Negatif .....	11
2.4.1 Estimasi Parameter Model Regresi Binomial Negatif .	11
2.4.2 Pengujian Parameter Regresi Model Regresi Binomial Negatif .....	15
2.5 Aspek Data Spasial .....	16
2.5.1 Pengujian Dependensi Spasial .....	16
2.5.2 Pengujian Heterogenitas Spasial .....	17
2.6 <i>Geographically Weighted Negative Binomial Regression</i> .....	18
2.6.1 Estimasi Parameter Model GWNBR .....	19
2.6.2 Pengujian Kesamaan Model GWNBR dengan Model Regresi Binomial Negatif .....	21
2.6.3 Pengujian Parameter Model GWNBR .....	22

2.7	Penentuan Bandwith dan Pembobot Optimum .....	23
2.8	Seleksi Model Terbaik .....	24
2.9	Malaria .....	24
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>		
3.1	Sumber Data.....	27
3.2	Variabel Penelitian.....	27
3.3	Langkah Analisis.....	29
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Deskriptif Kasus Malaria di Jawa Timur tahun 2013 dan Faktor yang Diduga Mempengaruhinya .....	33
4.1.1	Jumlah Kasus Malaria.....	34
4.1.2	Persentase Rumah Sehat .....	35
4.1.3	Persentase Rumah Tangga dengan Pengelolaan Air Limbah Sehat.....	36
4.1.4	Persentase Puskesmas .....	38
4.1.5	Persentase Penyuluhan Kesehatan .....	39
4.1.6	Persentase Rumah Tangga dengan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS).....	40
4.1.7	Persentase Rumah Tangga dengan Sarana Air Bersih .....	42
4.1.8	Persentase Penderita Malaria yang Mendapat Program ACT .....	43
4.1.9	Persentase Tempat Umum dan Pengelolaan Makanan Sehat .....	45
4.1.10	Persentase Rumah Tangga yang Tinggal di Daerah Kumuh .....	46
4.1.11	Statistika Deskriptif .....	48
4.2	Pemeriksaan Multikolinieritas .....	49
4.3	Pemodelan Regresi Poisson .....	50
4.4	Deteksi Overdispersi .....	53
4.5	Pemodelan Binomial Negatif .....	53
4.6	Pengujian Aspek Data Spasial .....	55
4.7	Pemodelan <i>Geographically Weighted Negative Binomial Regression</i> .....	57

4.7.1	Pengujian Kesamaan Model GWNBR dengan Binomial Negatif.....	57
4.7.2	Pengujian Serentak.....	58
4.7.3	Pengujian Parsial.....	58
4.7.4	Perbandingan Nilai AIC.....	65
4.7.5	Statistika Desriptif Variabel Signifikan.....	65
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Saran.....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		71
<b>LAMPIRAN</b> .....		75
<b>BIODATA PENULIS</b> .....		97

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR TABEL

halaman

Tabel 3.1	Struktur Data.....	29
Tabel 4.1	Statistika Deskriptif Variabel Penelitian .....	48
Tabel 4.2	Koofisien Korelasi Antar Variabel Prediktor.....	49
Tabel 4.3	Nilai VIF Variabel Prediktor .....	50
Tabel 4.4	Estimasi Parameter Model Regresi Poisson.....	51
Tabel 4.5	Estimasi Parameter Model Regresi Binomial Negatif .....	53
Tabel 4.6	Variabel Signifikan Tiap Kabupaten/Kota .....	58
Tabel 4.7	Pengelompokkan Kabupaten/Kota berdasarkan Variabel Pengaruh Jumlah Kasus Malaria .....	61
Tabel 4.8	Pengujian Parameter Model GWNBR di Kabupaten Kediri .....	63
Tabel 4.9	Perbandingan Nilai AIC .....	65
Tabel 4.10	Rata-rata Variabel Signifikan Tiap Kelompok .....	66
Tabel 4.11	Varians Variabel Signifikan Tiap Kelompok .....	67

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

halaman

Gambar 3.1	Langkah-Langkah Analisis.....	31
Gambar 4.1	Grafik Perkembangan Kasus Malaria di Jawa Timur..	33
Gambar 4.2	Persebaran Kasus Malaria di Jawa Timur tahun 2013.	34
Gambar 4.3	Persebaran Persentase Rumah Sehat Provinsi Jawa Timur tahun 2013 .....	36
Gambar 4.4	Persebaran Persentase Rumah Tangga Pengelolaan Air Limbah Sehat Provinsi Jawa Timur tahun 2013....	37
Gambar 4.5	Persebaran Persentase Puskesmas Jawa Timur tahun 2013 .....	38
Gambar 4.6	Persebaran Persentase Penyuluhan Kesehatan Jawa Timur tahun 2013 .....	40
Gambar 4.7	Persebaran Persentase Rumah Tangga PHBS Provinsi Jawa Timur tahun 2013 .....	41
Gambar 4.8	Persebaran Persentase Rumah Tangga dengan Sarana Air Bersih Provinsi Jawa Timur tahun 2013 .....	43
Gambar 4.9	Persebaran Persentase Penderita Malaria dengan ACT Provinsi Jawa Timur tahun 2013 .....	44
Gambar 4.10	Persebaran Persentase Tempat Umum dan Pengelolaan Makanan Sehat Provinsi Jawa Timur tahun 2013. ....	46
Gambar 4.11	Persebaran Persentase Rumah Tangga Tinggal di daerah Kumuh Provinsi Jawa Timur tahun 2013 .....	47
Gambar 4.12	Pengelompokkan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur berdasarkan Variabel Signifikan.....	61

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Malaria merupakan salah satu penyakit parasit yang tersebar luas dan hampir ditemukan di seluruh bagian dunia. Persebaran penyakit malaria terutama banyak ditemukan di negara-negara yang beriklim tropis dan subtropis dengan penduduk yang berisiko terkena malaria berjumlah sekitar 2,3 milyar orang atau 41 % dari jumlah penduduk dunia (Yawan, 2006). Setiap tahun kasusnya berjumlah 300-500 juta kasus dan mengakibatkan 1,5 – 2,7 juta kematian, terutama di negara-negara benua Asia dan Afrika (Prabowo, 2004). Berdasarkan data *World Health Organization* (WHO), secara global estimasi kematian yang diakibatkan oleh penyakit malaria pada tahun 2010 adalah 216 juta kasus dengan jumlah kematian adalah sebesar 655.000. Malaria masih merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang utama, karena mempengaruhi angka kesakitan bayi, balita, dan ibu melahirkan, serta menimbulkan Kejadian Luar Biasa (KLB) juga merupakan penyakit menular yang menjadi masalah kesehatan masyarakat di belahan dunia termasuk Indonesia di dalamnya. Dikatakan demikian karena malaria menimbulkan angka kesakitan dan kematian yang tinggi serta menurunkan produktivitas sumber daya manusia dan pembangunan nasional (Kementerian Kesehatan RI, 2011).

Penyakit malaria hanya bisa ditularkan melalui vektor yaitu nyamuk *Anopheles*. Jumlah spesies *Anopheles* di permukaan bumi telah ditemukan tidak kurang dari 400 macam spesies. Dari semua spesies, 67 spesies (16,75%) diantaranya terbukti sebagai vektor malaria dan 24 spesies (32,84%) diantaranya ditemukan di Indonesia (Yawan, 2006). Malaria adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh parasit *Plasmodium* yang hidup dan berkembang biak dalam sel darah merah manusia. Penyakit ini secara alami ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina (Thomas, Rona, & Djamaludin, 2011). Dilaporkan bahwa cara memberantas

vektor malaria yang paling tepat adalah dengan memberdayakan masyarakat untuk berperilaku hidup sehat sebagai usaha pencegahan dan pemberantasan malaria (Depkes RI, 2001). Upaya ini akan bermanfaat untuk jangka waktu yang lama dan berimbas pada sektor lain. Munculnya penyakit malaria disebabkan oleh berbagai faktor yang menunjang vektor nyamuk *Anopheles* bisa tetap bertahan karena penyesuaian terhadap lingkungan yang ada sehingga faktor yang pertama adalah lingkungan, kemudian perilaku, pelayanan kesehatan dan hereditas. Hal ini serupa yang diungkapkan oleh Blum pada 1974 bahwa faktor yang mempengaruhi derajat kesehatan masyarakat adalah lingkungan, perilaku, pelayanan kesehatan, dan hereditas (Arsin, 2012). Lingkungan adalah segala sesuatu yang ada di sekitar manusia, baik berupa benda hidup, benda mati, benda nyata ataupun abstrak, termasuk manusia lainnya, dan suasana yang terbentuk, maka terjadi interaksi di antara elemen - elemen di alam tersebut. Sebagai salah satu penyakit menular, angka prevalensi dari penyakit malaria digunakan sebagai salah satu indikator kesehatan suatu daerah penting disamping prevalensi penyakit tuberculosis, ISPA, dan HIV/AIDS serta penyakit menular lainnya.

Sebagai kelanjutan dari program nasional untuk Indonesia Bebas Malaria tahun 2030, Dinas Kesehatan terkait memiliki target bahwa Pulau Jawa dan Bali sebagai daerah yang bukan endemik terhadap malaria akan bebas dari penyakit malaria terlebih dahulu yaitu pada tahun 2015. Jawa Timur sebagai salah satu provinsi di Pulau Jawa dengan jumlah penduduk tertinggi kedua di Indonesia setelah Jawa Barat (BPS, 2010), walaupun dengan jumlah kasus malaria yang telah tergolong rendah namun masih tetap memiliki beberapa kasus malaria bahkan masih ditemukan terdapat korban jiwa. Di beberapa daerah atau kabupaten tertentu masih ditemukan angka penderita kasus malaria yang tinggi dan masih terdapat daerah yang diduga endemik terhadap malaria. Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan penderita malaria di Jawa Timur berturut-turut dari

2008 hingga 2012 adalah 3285 kasus kemudian pada 2009 turun drastis menjadi 1489 kasus, pada 2010 ditemukan 947 kasus, 2011 terdapat 1222 kasus dan pada 2012 meningkat lagi menjadi 1320 kasus. Selain itu disebutkan bahwa pada tahun 2012 hingga 2013 penyakit malaria telah menimbulkan tujuh kematian (Dinas Kesehatan Jawa Timur, 2013).

Berdasarkan kondisi tersebut, tentu perlu dilakukan kebijakan-kebijakan atau upaya demi membasmi atau setidaknya mengurangi kasus malaria di Jawa Timur seperti dengan melakukan pemeriksaan maupun penyuluhan tentang kondisi lingkungan serta berbagai usaha lain di masing-masing-masing daerah atau kabupaten pada kasus malaria dengan angka yang tinggi. Maka dari itu dalam penelitian ini dilakukanlah pemetaan kabupaten dan kota berdasarkan kasus faktor-faktor penyebab malaria. Penelitian mengenai malaria telah banyak dilakukan sebelumnya terutama pada daerah di Indonesia yang endemik terhadap malaria. Berdasarkan penelitian yang dilakukan tentang kejadian malaria di Sumatera Selatan diperoleh bahwa faktor yang berpengaruh terhadap malaria adalah pekerjaan, waktu tempuh ke pelayanan kesehatan, pemanfaatan pelayanan kesehatan, jenis saluran pembuangan air limbah dan pemakaian kelambu berinsektisida (Saikhu, 2011). Sedangkan berdasarkan penelitian lain menyebutkan bahwa variabel yang memiliki pengaruh terhadap penyakit malaria adalah pekerjaan, saluran pembuangan limbah, tempat penampungan limbah, penggunaan kelambu, sarana penampungan air minum, pemanfaatan posyandu, dan pemanfaatan POD/WOD (Ekayani, 2010).

Penelitian yang dilakukan sebelumnya belum mempertimbangkan aspek geografis antar wilayah. Adanya karakteristik yang berbeda seperti keadaan geografis, faktor sosial, ekonomi dan budaya pada tiap wilayah di Jawa Timur akan menyebabkan kualitas kesehatan yang berbeda pula. Permasalahan yang akan dipecahkan dalam penelitian ini adalah bagaimana mengetahui faktor risiko yang mempengaruhi jumlah penderita malaria di Jawa Timur pada tahun 2013 dengan metode

*Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR) yang merupakan pengembangan dari regresi Binomial Negatif dimana memperhatikan aspek data spasial serta dapat menangani kasus overdispersi pada data count. Terdapat penelitian sebelumnya tentang metode Binomial Negatif antara lain adalah menyatakan model regresi Binomial Negatif sebagai model terbaik dalam penanganan kasus overdispersi pada regresi Poisson karena menghasilkan nilai AIC terkecil daripada Generalized Poisson Regression (Irawati, 2013).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Melakukan pemodelan data count seperti data jumlah kasus malaria salah satunya adalah menggunakan regresi Poisson, namun dalam penerapannya sering terjadi kasus overdispersi yang dapat menyebabkan penaksir bias sehingga hal tersebut diatasi dengan regresi Binomial Negatif. Dalam penelitian ini diperhatikan pula aspek spasial maka digunakan pengembangan regresi Binomial Negatif yaitu *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR) untuk mengetahui faktor risiko yang mempengaruhi jumlah kasus malaria.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang dicapai pada penelitian ini adalah mengetahui faktor-faktor risiko yang mempengaruhi jumlah kasus malaria di Jawa Timur pada tahun 2013 dengan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR).

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

Bagi peneliti adalah penerapan ilmu statistika di bidang kesehatan serta dapat menambah wawasan tentang penyakit malaria dan faktor risiko yang mempengaruhinya, sedangkan bagi Dinas Kesehatan Jawa Timur, penelitian ini dapat memberikan tambahan informasi mengenai faktor risiko mempengaruhi jumlah kasus malaria terutama di daerah endemik sehingga dapat dijadikan acuan bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan sebagai upaya untuk menghilangkan kasus malaria untuk terciptanya Jawa Bali Bebas Malaria 2015.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian mengenai faktor-faktor risiko yang mempengaruhi jumlah kasus malaria ini adalah menggunakan pemodelan regresi Poisson, Binomial Negatif, dan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression*, dimana sebelumnya akan dilakukan terlebih dahulu pengujian multikolinieritas. Berikut tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian.

### 2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah analisis yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian data sehingga dapat memberikan informasi yang berguna. Analisis ini bertujuan menguraikan tentang sifat-sifat atau karakteristik dari suatu keadaan dan untuk membuat deskripsi atau gambaran yang sistematis dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat dari fenomena yang diselidiki. Contoh dari statistika deskriptif adalah tabel frekuensi, tabulasi silang (Walpole,1995). Untuk penelitian ini digunakan ukuran minimum, maksimum, *mean*, dan varians.

#### a. Mean

Mean/rata-rata adalah perbandingan antara jumlah nilai setiap pengamatan/data dengan banyaknya data. Rumus dari *mean* untuk masing-masing variabel adalah.

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

Keterangan:

$\bar{x}$  = Mean/ rata-rata

$x_i$  = Nilai data ke-*i*

$n$  = Banyaknya data

Dalam melakukan penghitungan mean terdapat suatu rentang yang disebut batas atas dan batas bawah mean dengan menggunakan tingkat signifikansi tertentu. Berikut merupakan

rumus menghitung batas atas dan batas bawah mean pada distribusi Poisson:

$$\begin{aligned} \text{Batas bawah} &\leq \mu \leq \text{Batas atas} \\ \bar{x} - z_{\alpha} \sqrt{\frac{\bar{x}}{n}} &\leq \mu \leq \bar{x} + z_{\alpha} \sqrt{\frac{\bar{x}}{n}} \end{aligned} \quad (2.2)$$

Sedangkan batas atas dan batas bawah mean pada distribusi normal adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Batas bawah} &\leq \mu \leq \text{Batas atas} \\ \bar{x} - z_{\alpha} \frac{s}{\sqrt{n}} &\leq \mu \leq \bar{x} + z_{\alpha} \frac{s}{\sqrt{n}} \end{aligned} \quad (2.3)$$

dimana  $s$  merupakan standar deviasi.

b. Varians

Varians adalah rata-rata kuadrat selisih dari semua nilai data terhadap nilai rata-rata. Varians suatu sampel dapat diperoleh dengan menjumlahkan kuadrat simpangan kemudian membaginya dengan banyaknya pengamatan dikurangi satu. Rumus yang digunakan untuk menghitung varians adalah sebagai berikut.

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2.3)$$

## 2.2 Regresi Poisson

Merupakan model regresi nonlinier di mana variabel respon ( $Y$ ) mengikuti distribusi Poisson. Distribusi Poisson merupakan distribusi peluang acak Poisson  $Y$  yang menyatakan banyak sukses yang terjadi dalam suatu selang waktu dan daerah tertentu (Walpole, 1995). Fungsi peluang dari distribusi Poisson adalah sebagai berikut (Agregsti, 2002).

$$f(y, \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}; y = 0, 1, 2, \dots \quad (2.4)$$

Dimana

$$E(Y) = \text{var}(Y) = \mu$$

Dengan  $\mu$  adalah rata-rata variabel random  $Y$  yang berdistribusi Poisson dan nilai rata-rata dan varians dari  $Y$  mempunyai nilai lebih dari nol. Distribusi ini memiliki nilai rata-rata dan varians sama. Jika nilai varians lebih besar maka akan terjadi overdispersi. Jika terdapat data variabel prediktor  $X_k$  dan  $Y$

dimana terdapat  $y_i$  adalah nilai observasi ke  $i$  dari variabel  $Y$  dan  $X_{ik}$  adalah nilai variabel prediktor ke  $k$  pada observasi  $i$ . Maka model regresi Poisson adalah dituliskan sebagai berikut (Agresti, 2002).

$$\ln(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi}; i = 1, 2, \dots, n \quad (2.5)$$

Dengan  $\mu_i$  merupakan rata-rata jumlah kejadian yang terjadi dalam interval waktu tertentu.

Dalam kasus pemodelan regresi yang akan terdiri atas beberapa variabel, biasanya akan terjadi kasus multikolinieritas. Multikolinieritas merupakan suatu kondisi dimana terjadi korelasi yang kuat diantara variabel-variabel prediktor. Salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam pemodelan regresi adalah tidak terjadi kasus multikolinieritas karena taksiran error yang terjadi akan memiliki nilai yang besar. Multikolinieritas dapat dideteksi dengan menggunakan nilai VIF (*Variance Inflation Factor*), jika nilai  $VIF > 10$  maka terjadi kasus multikolinieritas. Berikut rumus nilai VIF

$$VIF = \frac{1}{1 - R_k^2} \quad (2.6)$$

Dimana  $R_k^2$  merupakan nilai determinasi antara variabel  $x_k$  dengan variabel  $x$  yang lain. Selain melihat nilai VIF, dapat juga dideteksi dengan melihat nilai koefisien korelasi Pearson ( $r_{ij}$ ) antar variabel-variabel independen lebih dari 95%, berikut ini rumus korelasi Pearson.

$$r_{x_1 x_2} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i} - \left( \sum_{i=1}^n x_{1i} \right) \left( \sum_{i=1}^n x_{2i} \right)}{\sqrt{\left( n \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_{1i} \right)^2 \right) \left( n \sum_{i=1}^n x_{2i}^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_{2i} \right)^2 \right)}} \quad (2.7)$$

### 2.2.1 Penaksir Parameter Regresi Poisson

Metode yang digunakan untuk menaksir parameter adalah Maximum Likelihood Estimation (MLE). Dalam regresi Poisson parameter yang ditaksir adalah  $\beta$ . Untuk mendapatkan nilai

taksiran langkah yang dilakukan adalah membentuk fungsi likelihood dari fungsi Poisson. Variabel respon adalah  $y$ , maka bentuk matriks dapat dituliskan  $\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})$  berdistribusi Poisson dan bentuk tersebut dimasukkan ke dalam persamaan likelihood yaitu sebagai berikut,

$$\begin{aligned}
 L(\boldsymbol{\beta}) &= \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \\
 L(\boldsymbol{\beta}) &= \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) (\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{y_i}}{y_i!} \\
 \ln L(\boldsymbol{\beta}) &= \ln \left( \frac{\exp(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) (\exp(\sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))}{\prod_{i=1}^n y_i!} \right) \\
 &= -\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \quad (2.8)
 \end{aligned}$$

Kemudian diturunkan pada  $\boldsymbol{\beta}^T$  yang merupakan bentuk vektor karena dalam hal ini memiliki beberapa parameter

$$\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}^T} = -\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i \quad (2.9)$$

Dari persamaan 2.9 disamadengankan nol dan diselesaikan dengan metode iterasi Newton Raphson. Algoritma untuk optimasi dengan metode Newton Raphson adalah ditulis sebagai berikut.

1. Menentukan nilai estimasi awal parameter  $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)}$ .

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y} \quad (2.10)$$

dengan,

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{p1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \dots & x_{p2} \\ 1 & x_{13} & x_{23} & \dots & x_{p3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{pn} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Y} = [y_1 \quad y_2 \quad y_3 \dots y_n]^T$$

2. Membentuk vektor gradien  $\mathbf{g}$

$$\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}_{(m)}) = \left( \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0}, \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1}, \dots, \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_p} \right)_{\boldsymbol{\beta}=\boldsymbol{\beta}_{(m)}}^T \quad (2.11)$$

$k = 1, 2, \dots, p$  merupakan banyaknya parameter yang diestimasi (variabel prediktor)

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

$$\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}_{(m)}) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0^2} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_1} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_p} \\ & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1^2} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1 \partial \beta_p} \\ & & \ddots & \\ \text{simetris} & & & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_p^2} \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

4. Setelah mendapatkan matriks Hessian  $\mathbf{H}$ , vektor gradien  $\mathbf{g}$ , dan nilai estimasi awal parameter  $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)}$ , kemudian nilai estimasi awal  $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)}$  dan matriks  $\mathbf{H}(\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)})$ .
5. Melakukan iterasi dengan persamaan  $\boldsymbol{\beta}_{(m+1)} = \boldsymbol{\beta}_{(m)} - \mathbf{H}^{-1}(\boldsymbol{\beta}_{(m)})\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}_{(m)})$  yang dimulai dari  $m = 0$ . Nilai  $\boldsymbol{\beta}_{(m)}$  merupakan sekumpulan pengestimasi parameter yang konvergen pada iterasi ke- $m$ .
6. Jika parameter yang didapatkan belum konvergen, maka dilakukan kembali langkah ke 5 hingga iterasi ke  $m = m + 1$ . Iterasi berhenti pada keadaan konvergen, dimana  $\|\boldsymbol{\beta}_{(m+1)} - \boldsymbol{\beta}_{(m)}\| \leq \varepsilon$ ,  $\varepsilon$  merupakan bilangan yang sangat kecil.

#### 2.2.2 Pengujian Parameter Regresi Poisson

Untuk pengujian parameter regresi Poisson adalah untuk mengetahui pengaruh dari suatu parameter terhadap model dengan tingkat signifikansi tertentu. Hipotesis untuk pengujian parameter model regresi Poisson secara serentak adalah sebagai berikut,

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

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

Statistik uji

$$D(\hat{\beta}) = -2\ln\Lambda = -2\ln\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \quad (2.13)$$

$D(\hat{\beta})$  disebut juga sebagai devians model regresi Poisson atau likelihood ratio.  $L(\hat{\omega})$  merupakan suatu fungsi likelihood untuk himpunan parameter di bawah  $H_0$  tanpa melibatkan variabel prediktor dan  $L(\hat{\Omega})$  suatu fungsi likelihood yang terdiri dari parameter-parameter yang lebih lengkap dan melibatkan variabel prediktor. Statistik uji ini mengikuti distribusi chi-square dengan derajat bebas  $p$  dan keputusan tolak  $H_0$  jika  $D(\hat{\beta}) > \chi_{(p)}^2$

Setelah itu perlu dilakukan pengujian parameter secara parsial terhadap model dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji yang digunakan adalah

$$Z_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_k}{SE(\hat{\beta}_k)} \quad (2.14)$$

$(SE(\hat{\beta}_k))^2$  adalah didapatkan dari elemen diagonal matriks ke  $k+1$  dari  $\text{var}(\hat{\beta})$  dengan  $\text{var}(\hat{\beta}) = -E(H^{-1}(\hat{\beta}))$ . Keputusan tolak  $H_0$  jika  $|Z_{hitung}| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ .

### 2.3 Deteksi Overdispersi pada Regresi Poisson

Metode regresi Poisson mensyaratkan kondisi dimana nilai *mean* dan varians variabel respon bernilai sama atau kondisi *equidispersion*. Namun, dalam penerapannya kondisi tersebut sulit dipenuhi oleh data. Dengan kata lain, sering terjadi kondisi *overdispersion* dalam data yang dimodelkan. Kondisi *overdispersion* dapat ditulis  $\text{Var}(Y) > E(Y)$ . Sebaliknya, data yang memiliki varians variabel respon lebih kecil dari *mean* variabel respon disebut dengan kondisi *underdispersion*. *Overdispersion* dapat terjadi karena adanya variasi yang besar pada variabel respon juga adanya pencilan pada data. Kondisi *overdispersion* dapat menyebabkan nilai penaksir simpangan baku koefisien regresi  $\hat{\beta}_k$  terlalu kecil, sehingga nilai statistik uji untuk pengujian hipotesis pengaruh prediktor menjadi lebih besar dan

menjadikan prediktor terlalu mudah dianggap berpengaruh. Untuk mendeteksi keberadaan *overdispersion* adalah nilai *deviance* atau *Pearson Chi-square* dibagi dengan derajat bebasnya. Terjadi kasus *overdispersion* jika hasil bagi keduanya lebih besar dari pada 1.

## 2.4 Regresi Binomial Negatif

Regresi Binomial Negatif merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi adanya *overdispersion/underdispersion* pada model regresi Poisson. Model Binomial Negatif merupakan salah satu solusi untuk mengatasi masalah overdispersi yang didasarkan pada model campuran Poisson-Gamma (Hilbe, 2011) . Pada regresi Binomial Negatif, variabel respon diasumsikan berdistribusi Binomial Negatif yang dihasilkan dari distribusi *mixture* Poisson- Gamma.

Diperoleh fungsi massa Binomial Negatif adalah

$$f(y, \mu, \theta) = \frac{\Gamma(y+1/\theta)}{\Gamma(1/\theta)y!} \left(\frac{1}{1+\theta\mu}\right)^{1/\theta} \left(\frac{\theta\mu}{1+\theta\mu}\right)^y \quad (2.15)$$

dimana  $y = 0,1,2, \dots$

Bentuk persamaan dari regresi Binomial Negatif adalah sebagai berikut,

$$\ln(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi} \quad (2.16)$$

### 2.4.1 Estimasi Parameter Model Regresi Binomial Negatif

Estimasi parameter Model Regresi Binomial Negatif menggunakan metode maksimum likelihood dengan prosedur Newton Raphson. Metode ini membutuhkan turunan pertama dan kedua dari fungsi likelihood. Variabel  $Y_i$  mempunyai fungsi massa peluang Binomial Negatif yaitu.

$$f(y_i, \mu_i, \theta) = \frac{\Gamma(y_i+1/\theta)}{\Gamma(1/\theta)y_i!} \left(\frac{1}{1+\theta\mu_i}\right)^{1/\theta} \left(\frac{\theta\mu_i}{1+\theta\mu_i}\right)^{y_i} \quad (2.17)$$

dengan  $y_i = 0,1,2, \dots$

Diketahui bahwa fungsinya saling bebas sehingga fungsi likelihoodnya adalah sebagai berikut,

$$L(\boldsymbol{\beta}, \theta) = \prod_{i=1}^n \frac{\Gamma(y_i + \frac{1}{\theta})}{\Gamma(\frac{1}{\theta}) \Gamma(y_i + 1)} \left( \frac{1}{1 + \theta \mu_i} \right)^{\frac{1}{\theta}} \left( \frac{\theta \mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right)^{y_i} \quad (2.18)$$

$$\text{dengan } \frac{\Gamma(y + \frac{1}{\theta})}{\Gamma(\frac{1}{\theta})} = \prod_{r=1}^{y-1} (r + \theta^{-1})$$

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

$$L(\boldsymbol{\beta}, \theta) = \ln\{l(\boldsymbol{\beta}, \theta)\}$$

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

Selanjutnya, estimasi parameter untuk model regresi Binomial Negatif diperoleh dengan menurunkan fungsi ln likelihood terhadap parameter yang akan diestimasi kemudian disamadengankan nol. Turunan pertama terhadap koefisien  $\beta$  ditunjukkan sebagai berikut.

$$\frac{\partial L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_0} = \sum_{i=1}^n \left[ y_i - (\theta^{-1} + y_i) \left( \frac{\theta \mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right) \right] = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{y_i - \mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right]$$

⋮

$$\frac{\partial L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_k} = \sum_{i=1}^n \left[ y_i x_{ik} - (\theta^{-1} + y_i) \left( \frac{\theta \mu_i x_{ik}}{1 + \theta \mu_i} \right) \right]$$

$$\frac{\partial L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_k} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{\mu_i}{1 + \theta \mu_i} \frac{(y_i - \mu_i) x_{ik}}{\mu_i} \right] = 0$$

Jika ditulis dalam bentuk matriks maka turunan pertamafungsi likelihood terhadap  $\boldsymbol{\beta}$  adalah  $\mathbf{q} = \mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{z}$ , dengan

$\mathbf{X}$  adalah matriks ( $n \times (p+1)$ ) dari variabel prediktor.  $\mathbf{W}$  adalah matriks *weight* dengan elemen diagonal  $w_i$  dan  $\mathbf{z}$  adalah vektor matriks dengan baris ke  $i$ .  $w_i$  dan elemen  $\mathbf{z}$  adalah sebagai berikut.

$$w_i = \frac{\mu_i}{1+\theta\mu_i} \text{ dan } \mathbf{z} = \frac{(y_i - \mu_i)}{\mu_i}$$

Turunan pertama fungsi likelihood terhadap  $\theta$  adalah

$$\begin{aligned} f'(\theta) &= \frac{\partial L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \theta} \\ &= \sum_{i=1}^n \left[ -\theta^{-2} \sum_{r=0}^{y_i-1} \frac{1}{r + \theta^{-1}} + \frac{y_i}{\theta} \right. \\ &\quad \left. + \theta^{-2} \ln(1 + \theta\mu_i) - \frac{(\theta^{-1} + y_i)\mu_i}{1 + \theta\mu_i} \right] = 0 \\ &= \sum_{i=1}^n \left[ -\theta^{-2} \sum_{r=0}^{y_i-1} \frac{1}{r + \theta^{-1}} + \frac{y_i}{\theta} \right. \\ &\quad \left. + \theta^{-2} \ln(1 + \theta\mu_i) + \left( \frac{y_i - \mu_i}{\theta(1 + \theta\mu_i)} \right) \right] = 0 \end{aligned}$$

Turunan parsial kedua untuk parameter  $\boldsymbol{\beta}$  adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 l(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_0^2} &= - \sum_{i=1}^n \left[ \frac{(1 + \theta y_i)\mu_i}{(1 + \theta\mu_i)^2} \right] \\ \frac{\partial^2 l(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_0 \partial \beta_j} &= \sum_{i=1}^n \left[ \frac{-\mu_i x_{ij}(1 + \theta\mu_i) - (y_i - \mu_i)(x_{ij}\theta\mu_i)}{(1 + \theta\mu_i)^2} \right] \\ \frac{\partial^2 l(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_0 \partial \beta_j} &= - \sum_{i=1}^n \left[ \frac{(1 + \theta y_i)x_{ij}\mu_i}{(1 + \theta\mu_i)^2} \right] \end{aligned}$$

Misalkan turunan parsial pertama dari  $L(\boldsymbol{\beta}, \theta)$  terhadap  $\beta_j$  dengan  $j \leq k$  adalah

$$\frac{\partial l(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_k} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{(y_i - \mu_i)x_{ij}}{1 + \theta\mu_i} \right] = 0$$

Maka turunan parsial kedua terhadap  $\beta_u$  dengan  $u \leq k$  adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 l(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_u \partial \beta_j} &= \sum_{i=1}^n \left[ \frac{-\mu_i x_{iu} x_{ij} (1 + \theta\mu_i) - (y_i - \mu_i)(x_{iu} x_{ij} \theta \mu_i)}{(1 + \theta\mu_i)^2} \right] \\ \frac{\partial^2 l(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_u \partial \beta_j} &= - \sum_{i=1}^n \left[ \frac{(1 + \theta y_i) x_{iu} x_{ij} \mu_i}{(1 + \theta\mu_i)^2} \right] \end{aligned}$$

Ekspektasi untuk turunan kedua fungsi ln-likelihood adalah

$$E \left( \frac{\partial^2 l(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_u \partial \beta_j} \right) = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{x_{iu} x_{ij} \mu_i}{(1 + \theta\mu_i)} \right]$$

Jika ditulis dalam bentuk matriks  $\mathbf{I}$  (matriks informasi) yaitu matriks yang mengandung ekspektasi negatif dari turunan kedua log likelihood maka persamaan tersebut menjadi  $\mathbf{I} = \mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{X}$  dengan  $\mathbf{X}$  adalah matriks dari variabel prediktor,  $\mathbf{W}$  adalah matriks *weight* dengan elemen diagonal ke  $i$  adalah

$$w_i = \frac{\mu_i}{1 + \theta\mu_i}$$

Turunan kedua fungsi likelihood terhadap parameter  $\theta$  ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$f''(\theta) = \sum_{i=1}^n \left[ \theta^{-3} \left( \sum_{r=0}^{y_i-1} \frac{(2r + \theta^{-1})}{(r + \theta^{-1})^2} - 2\theta^{-3} \ln(1 + \theta\mu_i) + \Lambda^* \right) \right]$$

dengan

$$\Lambda^* = \frac{\theta^{-2} \mu_i (y_i - \mu_i)(1 + 2\theta\mu_i)}{1 + \theta\mu_i (\theta + \theta^2 \mu_i)^2}$$

Estimasi parameter model regresi Binomial Negatif dengan MLE menggunakan langkah-langkah sebagai berikut.

- i. Menentukan nilai taksiran awal untuk  $\theta$ , misal  $\hat{\theta}_1 = 0$

- ii. Menentukan estimasi parameter  $\beta$  dengan menggunakan informasi Fisher *Scoring* dengan asumsi  $\theta = \hat{\theta}_1$  dan persamaan estimasi parameter berikut.

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

Iterasi dilakukan sampai mendapat  $\|\hat{\beta}_{(m+1)} - \hat{\beta}_{(m)}\| \leq \varepsilon$ .

- iii. Melakukan iterasi Newton Raphson untuk mendapatkan estimasi parameter  $\theta$  dengan menggunakan  $\hat{\beta}$ .

$$\hat{\theta}_{m+1} = m - \frac{f'(\theta_m)}{f''(\theta_m)}$$

Iterasi dilakukan sampai mendapat  $|\hat{\theta}_{m+1} - \hat{\theta}_m| < \varepsilon$ .

- iv. Jika tidak mendapatkan nilai  $|\hat{\theta}_{m+1} - \hat{\theta}_m| < \varepsilon$  maka diulangi lagi langkah ke ii dengan menggunakan  $\theta = \hat{\theta}_{m+1}$ .

#### 2.4.2 Pengujian Parameter Model Regresi Binomial Negatif

Hipotesis yang digunakan untuk uji serentak regresi Binomial Negatif adalah sebagai berikut.

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

$$H_1: \text{paling tidak ada satu } \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \left[ \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right] = 2 \left[ \ln(L(\hat{\Omega})) - \ln(L(\hat{\omega})) \right] \quad (2.19)$$

Keputusan yang diambil akan tolak  $H_0$  jika  $D(\hat{\beta}) > \chi_p^2$  dengan  $p$  adalah banyaknya parameter model dibawah populasi dikurangi dengan banyaknya parameter model dibawah  $H_0$ . Tolak  $H_0$  berarti ada salah satu variabel yang berpengaruh signifikan terhadap model sehingga dilanjutkan dengan pengujian secara parsial. Berikut adalah hipotesis yang digunakan untuk pengujian parameter secara parsial.

$$H_0: \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji yang digunakan adalah

$$z = \frac{\hat{\beta}_k}{se(\hat{\beta}_k)} \quad (2.20)$$

Dengan  $(se(\hat{\beta}_k))^2$  didapatkan dari elemen diagonal matriks ke k+1 dari  $\text{var}(\hat{\beta})$  dengan  $\text{var}(\hat{\beta}) = -E(H^{-1}(\hat{\beta}))$ . Keputusan yang diambil adalah tolak  $H_0$  jika  $|z_{hit}| > z_{\frac{\alpha}{2}}$  dengan  $\alpha$  adalah tingkat signifikansi yang digunakan.

## 2.5 Aspek Data Spasial

Analisis regresi spasial merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor dengan memperhatikan aspek keterkaitan wilayah atau spasial. Menurut hukum I Tobler “segala sesuatu berhubungan satu sama lain, tetapi suatu yang dekat lebih mempunyai pengaruh daripada sesuatu yang jauh” hal ini menyatakan dependensi spasial. Setiap lokasi memiliki karakteristik yang khas dan unik sehingga pada setiap lokasi memiliki struktur yang berbeda, parameter yang berbeda, dan bentuk fungsi yang berbeda pula, hal ini menyatakan heterogenitas spasial. Aspek spasial yang dimaksud adalah data yang digunakan memiliki *error* saling berkorelasi dan memiliki heterogenitas spasial (Anselin, 1988).

### 2.5.1 Pengujian Dependensi Spasial

Pengujian Dependensi dilakukan untuk melihat apakah pengamatan disuatu lokasi berpengaruh terhadap pengamatan dilokasi lain yang letaknya berdekatan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *Moran's I* dengan hipotesisnya adalah.

$H_0 : I = 0$  (tidak ada dependensi spasial)

$H_1 : I \neq 0$  (terdapat dependensi spasial)

Statistik uji :

$$Z_I = \frac{\hat{I} - E(\hat{I})}{\sqrt{\text{var}(\hat{I})}} \quad (2.21)$$

dengan

$$\hat{I} = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}) \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} 0 & w_{12} & w_{13} & \dots & w_{1j} \\ w_{21} & 0 & w_{23} & \dots & w_{2j} \\ w_{31} & w_{32} & 0 & \dots & w_{3j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{i1} & w_{i2} & w_{i3} & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

dimana  $y_i$  merupakan nilai pengamatan pada lokasi ke- $i$  dan  $y_j$  adalah nilai pengamatan pada lokasi ke- $j$ .  $\bar{y}$  merupakan rata-rata dari  $y_i$  dan  $n$  merupakan banyaknya pengamatan, sedangkan  $w_{ij}$  adalah elemen matriks pembobot kernel *adaptive bisquare*.

Rumus persamaan nilai *mean* dan varians *Moran's I* adalah sebagai berikut

$$E(\hat{I}) = \frac{-1}{(n-1)} \quad (2.22)$$

$$Var(\hat{I}) = \frac{n^2 s - n s_2 + 3 s_0^2}{(n^2 - 1) s_0^2} - E(\hat{I})^2$$

dengan

$$s_0^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

$$s = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_{ij} + w_{ji})^2$$

$$s_2 = \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^n w_{ij} + \sum_{j=1}^n w_{ji} \right]^2$$

Keputusan tolak  $H_0$  jika  $|Z_I| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$  dimana memiliki arti bahwa terdapat dependensi spasial model.

### 2.5.2 Pengujian Heterogenitas Spasial

Pengujian heterogenitas spasial dilakukan untuk melihat apakah terdapat kekhasan pada setiap lokasi pengamatan, sehingga parameter regresi yang dihasilkan akan berbeda secara

spasial. Heterogenitas spasial diuji dengan menggunakan statistik uji *Breusch-Pagan*.

$H_0 : \sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \dots = \sigma^2_n = \sigma^2$  (variansi antar lokasi sama)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma^2_i \neq \sigma^2 ; i = 1, 2, \dots, n$  (variansi antar lokasi berbeda)

Statistik uji :

$$BP = \left(\frac{1}{2}\right) \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} \sim \chi^2_{(p)} \quad (2.23)$$

dengan

$$\mathbf{Z} = \begin{pmatrix} 1 & z_{11} & \dots & z_{p1} \\ 1 & z_{12} & \dots & z_{p2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & z_{1n} & \dots & z_{pn} \end{pmatrix}$$

dimana

Elemen vektor  $\mathbf{f}$  adalah  $f_i = \frac{e_i^2}{\hat{\sigma}^2} - 1$

$e_i$  adalah error dari metode Binomial Negatif untuk observasi ke  $i$   
 $\mathbf{Z}$  adalah matriks berukuran  $n \times (p + 1)$  yang isinya vektor yang sudah dinormalkan untuk setiap observasi.

Keputusan tolak  $H_0$  jika  $BP > \chi^2_{(\alpha, k)}$  atau nilai  $p\text{-value} < \alpha$ .

## 2.6 Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)

*Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR) merupakan salah satu metode yang cukup efektif menduga data yang memiliki heterogenitas spasial untuk data count yang memiliki overdispersi. Model GWNBR merupakan pengembangan dari model regresi Binomial Negatif. Model GWNBR akan menghasilkan parameter lokal dengan masing-masing lokasi akan memiliki parameter yang berbeda-beda. Model GWNBR dapat dirumuskan sebagai berikut (Ricardo & Carvalho, 2013).

$$y_i \sim NB \left[ \exp \left( \sum_k \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} \right), \theta_i \right] \quad (2.24)$$

$i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, p$

dengan,

$y_i$ : Nilai observasi respon ke- $i$

$x_{ik}$ : nilai observasi variabel prediktor ke- $k$  pada pengamatan lokasi  $(u_i, v_i)$

$\beta_k(u_i, v_i)$ : koefisien regresi variabel prediktor ke- $k$  untuk setiap lokasi  $(u_i, v_i)$

$\theta_i$ : parameter dispersi untuk setiap lokasi

Fungsi sebaran *Binomial Negatif* untuk setiap lokasi dapat ditulis dalam bentuk persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} & (y_i | x_{ik} \beta(u_i, v_i), \theta_i) \\ &= \frac{\Gamma(y_i + 1/\theta_i)}{\Gamma(1/\theta_i) \Gamma(y_i + 1)} \left( \frac{1}{1 + \theta_i \mu_i} \right)^{1/\theta_i} \left( \frac{\theta_i \mu_i}{1 + \theta_i \mu_i} \right)^{y_i} \end{aligned} \quad (2.25)$$

dengan  $y_i = 0, 1, 2, \dots$

dimana,  $\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))$

$$\theta_i = \theta(u_i, v_i)$$

### 2.6.1 Estimasi Parameter Model GWNBR

Estimasi parameter model GWNBR menggunakan metode Maksimum Likelihood. Langkah awal dari metode maksimum likelihood adalah membentuk fungsi likelihood sebagai berikut.

$$\begin{aligned} & L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i), \theta_i | y_i, x_i) = \\ & \prod_{i=1}^n \left[ \frac{\Gamma(y_i + 1/\theta_i)}{\Gamma(1/\theta_i) \Gamma(y_i + 1)} \left( \frac{1}{1 + \theta_i \mu_i} \right)^{1/\theta_i} \left( \frac{\theta_i \mu_i}{1 + \theta_i \mu_i} \right)^{y_i} \right] \\ & L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i), \theta_i | y_i, x_i) = \\ & \prod_{i=1}^n \left( \frac{\Gamma(y_i + 1/\theta_i)}{\Gamma(1/\theta_i) \Gamma(y_i + 1)} \right) \left( \prod_{i=1}^n \left( \frac{1}{1 + \theta_i \mu_i} \right)^{1/\theta_i} \right) \\ & \left( \prod_{i=1}^n \left( \frac{\theta_i \mu_i}{1 + \theta_i \mu_i} \right)^{y_i} \right) \end{aligned} \quad (2.26)$$

Diketahui bahwa:

$$\frac{\Gamma(y+c)}{\Gamma(c)} = c(c+1)(c+2) \dots (c+y-1), \text{ sehingga diperoleh:}$$

$$\begin{aligned} \frac{\Gamma(y_i + 1/\theta_i)}{\Gamma(1/\theta_i)} &= \left(\frac{1}{\theta_i}\right) \left(\frac{1}{\theta_i} + 1\right) \left(\frac{1}{\theta_i} + 2\right) \dots \left(\frac{1}{\theta_i} + y_i - 1\right) \\ &= \left(\frac{1}{\theta_i}\right) \left(\frac{1}{\theta_i}\right) (1 + \theta_i) \left(\frac{1}{\theta_i}\right) (1 + 2\theta_i) \dots \left(\frac{1}{\theta_i}\right) (1 \\ &\quad + (y_i - 1)\theta_i) = \prod_{r=0}^{y_i-1} \left(r + \frac{1}{\theta_i}\right) \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan fungsi *likelihood*

$L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i), \theta_i | y_i, x_i)$  adalah.

$$L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i), \theta_i | y_i, x_i) = \prod_{i=1}^n \left( \prod_{r=0}^{y_i-1} \left(r + \frac{1}{\theta_i}\right) \right) \frac{1}{(y_i!)} \left(\frac{1}{1 + \theta_i \mu_i}\right)^{1/\theta_i} \left(\frac{\theta_i \mu_i}{1 + \theta_i \mu_i}\right)^{y_i} \quad (2.27)$$

$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i), \theta_i | y_i, x_i)$

$$= \sum_{i=1}^n \left[ \left( \sum_{r=0}^{y_i-1} \ln \left(r + \frac{1}{\theta_i}\right) \right) - \ln(y_i!) \right.$$

$$\left. + \theta_i^{-1} \ln(1 + \theta_i \mu_i) + y_i \ln \left(\frac{\theta_i \mu_i}{1 + \theta_i \mu_i}\right) \right]$$

$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i), \theta_i | y_i, x_i)$

$$= \sum_{i=1}^n \left[ \left( \sum_{r=0}^{y_i-1} \ln \left(r + \frac{1}{\theta_i}\right) \right) - \ln(y_i!) + y_i \ln \theta_i \mu_i \right.$$

$$\left. - (y_i + \theta_i^{-1}) \ln(1 + \theta_i \mu_i) \right]$$

Proses pendugaan parameter diperoleh melalui metode iterasi numerik yaitu iterasi Newton Raphson untuk menemukan solusi dari fungsi *log-likelihood* sehingga diperoleh nilai yang cukup konvergen. Berikut ini merupakan langkah-langkah optimisasi menggunakan metode Newton Raphson.

i. Menentukan nilai taksiran awal parameter  $\beta$  yaitu  $\hat{\beta}_{(0)}$

ii. Membentuk vektor  $\mathbf{g}$

$$\mathbf{g}'_{(p+1)} = \left( \frac{\partial \ln L(.)}{\partial \theta}, \frac{\partial \ln L(.)}{\partial \beta_0}, \frac{\partial \ln L(.)}{\partial \beta_1}, \dots, \frac{\partial \ln L(.)}{\partial \beta_p} \right); p \text{ adalah}$$

jumlah parameter yang ditaksir

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

$$\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}_{(m)})_{(p+1) \times (p+1)} = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(.)}{\partial \theta_i^2} & \frac{\partial^2 \ln L(.)}{\partial \theta_i \partial \beta_0} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(.)}{\partial \theta_i \partial \beta_p} \\ & \frac{\partial^2 \ln L(.)}{\partial \beta_0^2} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(.)}{\partial \beta_0 \partial \beta_p} \\ & & \ddots & \vdots \\ \text{simetris} & & & \frac{\partial^2 \ln L(.)}{\partial \beta_p^2} \end{pmatrix} \quad (2.28)$$

iv. Memasukkan nilai  $\hat{\beta}_0$  ke dalam vektor gradient  $\mathbf{g}$  dan matriks hessian  $\mathbf{H}$  sehingga didapatkan  $\mathbf{g}_{(0)}$  dan  $\mathbf{H}_{(0)}$ .

v. Lakukan iterasi pada persamaan sebagai berikut.

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

$\hat{\boldsymbol{\theta}}$  merupakan sekumpulan penaksir parameter yang konvergen pada iterasi ke- $m$ .

vi. Penaksir parameter yang konvergen diperoleh jika

$$\|\boldsymbol{\beta}_{(m+1)} - \boldsymbol{\beta}_{(m)}\| < \varepsilon, \text{ jika belum diperoleh penaksir yang konvergen kembali ke langkah 5 dengan iterasi ke } (m+1).$$

## 2.6.2 Pengujian Kesamaan Model GWNBR dengan Regresi Binomial Negatif

Pengujian kesamaan model GWNBR dengan regresi Binomial Negatif dilakukan untuk melihat terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak antara model GWNBR dengan regresi Binomial Negatif dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k, i = 1, 2, \dots, n$$

$H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k; k = 1, 2, \dots, p$

Statistik uji :

$$F_{hit} = \frac{\text{Devians Model A} / df_A}{\text{Devians Model B} / df_B} \quad (2.29)$$

Dimisalkan model A merupakan model Binomial Negatif dan model B adalah model GWNBR. Tolak  $H_0$  jika  $F_{hit} > F_{(\alpha, df_A, df_B)}$  artinya bahwa ada perbedaan yang signifikan antara model Binomial Negatif dengan model GWNBR, sehingga perlu dilakukan pengujian parameter model GWNBR serentak dan parsial (Ricardo & Carvalho, 2013).

### 2.6.3 Pengujian Parameter Model GWNBR

Pengujian signifikansi parameter model GWNBR terdiri dari uji serentak dan parsial. Uji signifikansi secara serentak dengan menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots = \beta_p(u_i, v_i) = 0$

$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_k(u_i, v_i) \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$

Statistik Uji:

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \left( \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega})) \quad (2.30)$$

Dengan  $L(\hat{\omega})$  dan  $L(\hat{\Omega})$  sebagai berikut.

$$L(\hat{\omega}) = \prod_{i=1}^n \left( \prod_{r=0}^{y_i-1} (r + \hat{\theta}_i^{-1}) \right) \frac{1}{(y_i!)} \left( \frac{1}{1 + \hat{\theta}_i \hat{\mu}_i} \right)^{1/\hat{\theta}_i} \left( \frac{\hat{\theta}_i \hat{\mu}_i}{1 + \hat{\theta}_i \hat{\mu}_i} \right)$$

$$\ln L(\hat{\omega}) = \sum_{i=1}^n \left[ \left( \sum_{r=0}^{y_i-1} \ln(r + \hat{\theta}_i^{-1}) \right) - \ln(y_i!) + y_i \ln \hat{\theta}_i \mu_i \right. \\ \left. - (y_i + \hat{\theta}_i^{-1}) \ln(1 + \hat{\theta}_i \mu_i) \right]$$

dengan  $\hat{\mu}_i = \exp(\hat{\beta}_0(u_i, v_i))$

$$L(\hat{\Omega}) = \prod_{i=1}^n \left( \prod_{r=0}^{y_i-1} (r + \hat{\theta}_i^{-1}) \right) \frac{1}{(y_i!)} \left( \frac{1}{1 + \hat{\theta}_i \hat{\mu}_i} \right)^{1/\hat{\theta}_i} \left( \frac{\hat{\theta}_i \hat{\mu}_i}{1 + \hat{\theta}_i \hat{\mu}_i} \right)$$

$$\ln L(\hat{\Omega}) = \sum_{i=1}^n \left[ \left( \sum_{r=0}^{y_i-1} \ln(r + \hat{\theta}_i^{-1}) \right) - \ln(y_i!) + y_i \ln \hat{\theta}_i \hat{\mu}_i - (y_i + \hat{\theta}_i^{-1}) \ln(1 + \hat{\theta}_i \hat{\mu}_i) \right]$$

Dengan  $\hat{\mu}_i = \exp(\sum_{l=0}^p \hat{\beta}_l(u_i, v_i) x_{il})$

Keputusan tolak  $H_0$  jika statistik uji  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(p; \alpha)}$

Pengujian signifikansi secara parsial untuk mengetahui parameter mana saja yang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon pada tiap-tiap lokasi dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq 0 ; k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji:

$$z = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{se(\hat{\beta}_k(u_i, v_i))} \quad (2.31)$$

$H_0$  ditolak jika statistik uji  $|z| > z_{(\alpha/2)}$ . Tolak  $H_0$  artinya bahwa parameter tersebut berpengaruh signifikan terhadap variabel respon di tiap-tiap lokasi (Ricardo & Carvalho, 2013).

## 2.7 Penentuan Bandwith dan Pembobot Optimum

*Bandwidth* dianalogikan sebagai radius dari suatu lingkaran sehingga sebuah titik yang berada dalam radius tersebut masih dianggap memiliki pengaruh. Nilai *bandwidth* yang sangat besar menyebabkan bias yang semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin banyak pengamatan yang berada dalam radius  $G$ , model yang diperoleh terlampau halus (*oversmoothing*), akibat hasil penaksiran dengan menggunakan banyak pengamatan. Sebaliknya nilai *bandwidth* yang sangat kecil menyebabkan varians semakin besar. Hal ini dikarenakan jika nilai *bandwidth* sangat kecil maka

semakin sedikit pengamatan yang berada dalam radius  $G$  sehingga model yang diperoleh sangat kasar (*undersmoothing*). Bobot fungsi bisquare kernel yang mana digunakan pada penelitian memiliki fungsi sebagai berikut (Nakaya *et al*, 2005).

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right)^2 & , \text{ untuk } d_{ij} \leq b \\ 0 & , \text{ untuk } d_{ij} > b \end{cases} \quad (2.32)$$

dimana

$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$  merupakan jarak Euclidian lokasi  $(u_i, v_i)$  dan lokasi  $(u_j, v_j)$  dan  $b$  merupakan nilai *bandwidth* optimum di setiap lokasi Metode yang digunakan untuk memilih *bandwidth* optimum adalah *Cross Validation* (CV) dengan rumus sebagai berikut.

$$CV(b) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(b))^2 \quad (2.33)$$

$\hat{y}_{\neq i}(b)$  merupakan penaksir  $y_i$  dimana pengamatan lokasi  $(u_i, v_i)$  dihilangkan dalam proses penaksiran.

## 2.8 Seleksi Model Terbaik

Seleksi model terbaik digunakan untuk mendapatkan model terbaik atau membandingkan sejumlah kemungkinan model dapat dilakukan dengan cara melihat nilai *Akaike Information Criterion* (AIC). Nilai AIC dapat diperoleh dari persamaan berikut (Collet, 1994).

$$AIC = -2\ln\hat{L}(\hat{\theta}) + 2k \quad (2.34)$$

dimana :

$\hat{L}(\hat{\theta})$  adalah nilai *likelihood*

$k$  adalah jumlah parameter  $\beta$  pada setiap model yang terbentuk.

## 2.9 Malaria

Penyakit malaria ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina yang sudah terinfeksi oleh parasit malaria (*Plasmodium sp.*) dan dianggap menjadi penyakit yang tidak pernah hilang (*emerging*) (Baba, Hadisaputro, & Suwandi, 2006).

Malaria juga merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang dapat menyebabkan kematian terutama pada kelompok risiko tinggi yaitu bayi, anak balita, ibu hamil, selain itu malaria secara langsung menyebabkan anemia dan dapat menurunkan produktivitas kerja. Penyakit ini juga masih endemis di sebagian besar wilayah Indonesia. Dalam rangka pengendalian penyakit malaria banyak hal yang sudah maupun sedang dilakukan baik dalam skala global maupun nasional. Malaria merupakan salah satu indikator dari target Pembangunan Milenium (MDGs), dimana ditargetkan untuk menghentikan penyebaran dan mengurangi kejadian insiden malaria pada tahun 2015 yang dilihat dari indikator menurunnya angka kesakitan dan angka kematian akibat malaria. *Global Malaria Programme (GMP)*. Di dalam GMP ditargetkan 80% penduduk terlindungi dan penderita mendapat pengobatan Arthemisinin based Combination Therapy (ACT). Dan melalui Roll Back Malaria Partnership ditekankan kembali dukungan tersebut. Karena pentingnya penanggulangan Malaria, maka beberapa partner internasional salah satunya *Global Fund*, memberikan bantuan untuk pengendalian malaria (Kementerian Kesehatan, 2011).

Dinyatakan bahwa malaria merupakan penyakit yang harus terus menerus dilakukan pengamatan, monitoring dan evaluasi, serta diperlukan formulasi kebijakan dan strategi yang tepat. Hingga saat ini, belum ada obat yang efektif untuk menyembuhkan penyakit malaria, oleh karena diperlukan upaya bahwa cara memberantas vektor malaria yang paling tepat adalah dengan memberdayakan masyarakat untuk berperilaku hidup sehat sebagai usaha pencegahan dan pemberantasan malaria. Upaya ini akan bermanfaat untuk jangka waktu yang lama dan berimbas pada sektor lain. Perilaku merupakan faktor terbesar kedua setelah faktor lingkungan yang mempengaruhi kesehatan individu, kelompok, atau masyarakat (Thomas, Rona, & Djamaludin, 2011).

Faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit malaria diantaranya adalah, persentase tidak memiliki saluran

penampungan air dan persentase mengakses air bersih. Ketika suatu daerah memiliki masyarakat yang mengakses air bersih semakin banyak maka kasus malaria pada daerah tersebut akan cenderung kecil (Ariska, 2013). Faktor lingkungan memegang peranan penting dalam penularan penyakit, terutama lingkungan rumah yang tidak memenuhi syarat. Lingkungan rumah merupakan salah satu faktor yang memberikan pengaruh besar terhadap status kesehatan penghuninya (Notoatmodjo, 2003). Adapun lingkungan rumah juga berpengaruh terhadap kejadian malaria yaitu saluran pembuangan limbah, tempat penampungan limbah, penggunaan kelambu, dan sarana penampungan air minum.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Sumber Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder yang digunakan adalah data Profil Kesehatan Dinas Kesehatan Jawa Timur 2013 dan Laporan Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) Jawa Timur tahun 2013. Unit observasi yang diteliti adalah 29 kabupaten dan 9 kota di Jawa Timur.

#### **3.2 Variabel Penelitian**

Variabel Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel dependen dan variabel independen. Variabel dependen pada penelitian ini adalah jumlah kasus malaria di masing-masing kabupaten/kota di Jawa Timur pada tahun 2013 seperti pada Lampiran 2. Variabel independen yaitu faktor-faktor yang diduga mempengaruhi jumlah kasus malaria. Penjelasan variabel yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Jumlah kasus malaria di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur tahun 2013 ( $Y$ )
2. Persentase rumah sehat ( $X_1$ )  
Merupakan hasil bagi dari jumlah rumah tangga dengan kondisi rumah sehat terhadap jumlah rumah tangga yang dipantau di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur dikalikan dengan 100%.
3. Persentase rumah tangga dengan pengelolaan air limbah sehat ( $X_2$ )  
Merupakan hasil bagi dari jumlah rumah tangga dengan pengelolaan air limbah dengan sehat terhadap jumlah rumah tangga yang dipantau di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur dikalikan dengan 100%.
4. Persentase puskesmas ( $X_3$ )  
Merupakan hasil bagi antara jumlah puskesmas di masing-masing kabupaten/kota terhadap jumlah total puskesmas di Provinsi Jawa Timur.

5. Persentase Penyuluhan Kesehatan ( $X_4$ )  
Merupakan hasil bagi antara jumlah pelayanan kesehatan di masing-masing kabupaten/kota terhadap jumlah total pelayanan kesehatan di Provinsi Jawa Timur.
6. Persentase Rumah Tangga dengan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat ( $X_5$ )  
Merupakan hasil bagi dari jumlah rumah tangga dengan berperilaku hidup bersih dan sehat terhadap jumlah rumah tangga yang dipantau di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur dikalikan dengan 100%.
7. Persentase rumah tangga dengan sarana air bersih ( $X_6$ )  
Merupakan hasil bagi antara jumlah penduduk yang menggunakan sarana air bersih dalam memenuhi kebutuhannya terhadap jumlah rumah tangga yang dipantau di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur dikalikan dengan 100%.
8. Persentase penderita malaria yang mendapatkan program ACT ( $X_7$ )  
Merupakan hasil bagi antara jumlah penderita malaria yang mendapatkan program pengobatan ACT terhadap seluruh penderita malaria di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur dikalikan dengan 100%.
9. Persentase tempat umum dan pengelolaan makanan (TUPM) sehat ( $X_8$ )  
Merupakan hasil bagi antara TUPM yang memenuhi syarat kesehatan di suatu wilayah pada periode tertentu dibagi jumlah TUPM yang ada di wilayah dan pada periode yang sama di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur dikalikan dengan 100%.
10. Persentase rumah tangga yang tinggal di daerah kumuh ( $X_9$ )  
Merupakan hasil bagi antara jumlah rumah tangga yang lingkungan di sekitarnya kumuh, becek, serta tidak ada tempat pembuangan sampah terhadap jumlah rumah tangga yang dipantau di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur dikalikan dengan 100%.

Struktur data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut,

**Tabel 3.1** Struktur Data

<b>Kab/Kota</b>	<b>Y</b>	<b>X<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>...</b>	<b>X<sub>9</sub></b>	<b>u<sub>i</sub></b>	<b>v<sub>i</sub></b>
(1)	(2)	(3)	(4)	...	(11)	(12)	(13)
1	y <sub>1</sub>	x <sub>11</sub>	x <sub>21</sub>	...	x <sub>8;1</sub>	u <sub>1</sub>	v <sub>1</sub>
2	y <sub>2</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>22</sub>	...	x <sub>8;2</sub>	u <sub>2</sub>	v <sub>2</sub>
3	y <sub>3</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>23</sub>	...	x <sub>8;3</sub>	u <sub>3</sub>	v <sub>3</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
38	Y <sub>38</sub>	X <sub>1;38</sub>	X <sub>2;38</sub>	...	X <sub>9;38</sub>	u <sub>38</sub>	V <sub>38</sub>

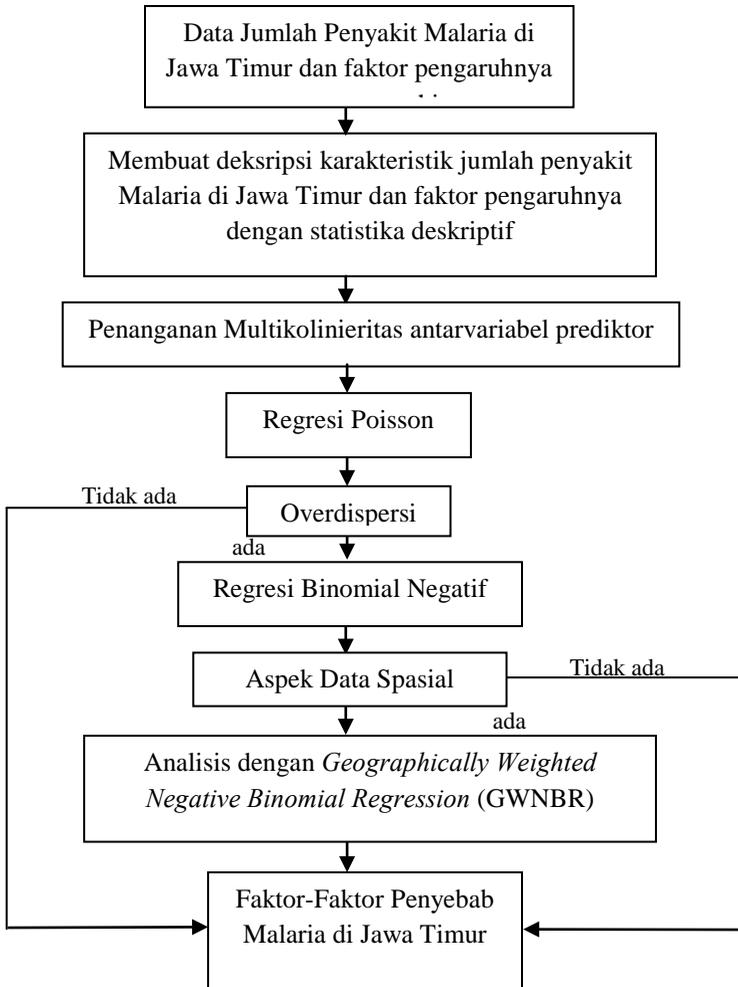
### 3.3 Langkah Analisis Data

Data yang digunakan dalam melakukan analisis merupakan data dengan standarisasi. Langkah-langkah dalam menganalisis data yaitu sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan karakteristik kasus malaria di Jawa Timur dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi dengan menggunakan statistika deskriptif.
2. Mendapatkan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi jumlah kasus malaria dengan metode regresi poisson, binomial negatif dan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR).
  - a. Mendeteksi adanya kasus multikolinieritas pada variabel independen menggunakan nilai VIF (*Variance Inflation Factors*) dan nilai koefisien korelasi pearson serta mengatasinya dengan mengeluarkan variabel prediktor yang dianggap memiliki korelasi yang tinggi.
  - b. Mendapatkan model dengan menggunakan regresi poisson. Berikut adalah langkah-langkah pemodelan dengan regresi binomial negatif.
    - i. Mengestimasi parameter model
    - ii. Melakukan uji signifikansi secara serentak dan parsial terhadap parameter
  - c. Mendeteksi adanya kasus overdispersi dengan membandingkan nilai mean dan varian dari variabel respon

- d. Mendapatkan model menggunakan regresi binomial negatif. Berikut adalah langkah-langkah pemodelan dengan regresi binomial negatif.
  - i. Mengestimasi parameter model regresi binomial negatif.
  - ii. Melakukan uji signifikansi secara serentak dan parsial terhadap parameter model regresi binomial negatif.
- e. Memodelkan GWNBR untuk mendapatkan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi jumlah kasus malaria di Jawa Timur pada tahun 2013 dengan langkah-langkah sebagai berikut.
  - i. Uji *Breusch-Pagan* untuk melihat heterogenitas spasial data dan uji Moran I untuk menguji dependensi spasial data.
  - ii. Menghitung jarak *Euclidian* antar lokasi pengamatan berdasarkan posisi geografis.
  - iii. Mendapatkan *bandwith* optimal untuk setiap lokasi pengamatan dan menghitung matrik pembobot dengan menggunakan fungsi kernel *adaptive bisquare*.
  - iv. Melakukan pengujian kesamaan model GWNBR dengan regresi binomial negatif, pengujian signifikansi parameter model secara serentak maupun parsial.
  - v. Melakukan interpretasi model GWNBR dan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kasus malaria di Jawa Timur tahun 2013.
  - vi. Membandingkan nilai AIC
  - vii. Melakukan penghitungan rata-rata dan varians masing-masing kelompok

Tahapan analisis disajikan pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



**Gambar 3.1** Langkah-Langkah Analisis

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

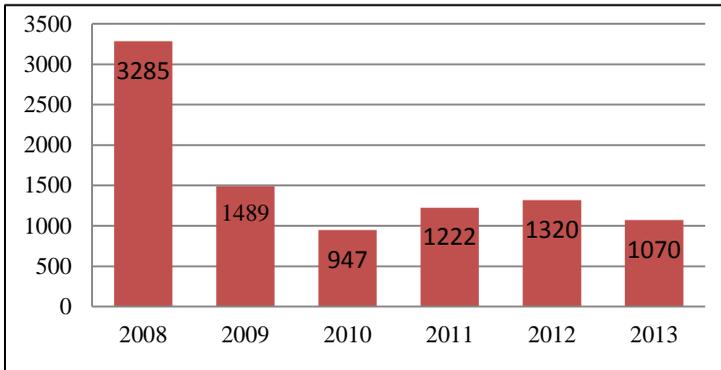
## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada bab analisis dan pembahasan akan dibahas mengenai rumusan masalah dalam penelitian yaitu untuk mendapatkan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kasus malaria di Jawa Timur dengan menggunakan metode GWNBR. Sebelum melakukan analisis dengan metode tersebut, akan dianalisis menggunakan metode regresi Poisson dan Binomial Negatif. Pada bagian awal akan didahului tentang bagaimana deskriptif penyebaran kasus malaria di Jawa Timur pada tahun 2013 dan faktor –faktor yang diduga mempengaruhinya.

#### **4.1 Deskriptif Kasus Malaria di Jawa Timur tahun 2013 dan Faktor yang Diduga Mempengaruhinya**

Provinsi Jawa Timur sebagai salah satu provinsi yang terletak di Pulau Jawa merupakan provinsi yang diharapkan bebas dari kasus malaria. Namun pada kenyataannya masih banyak ditemukan kasus terutama pada daerah yang endemis malaria. Berikut merupakan kasus malaria di Jawa Timur pada tahun 2008 hingga 2013.



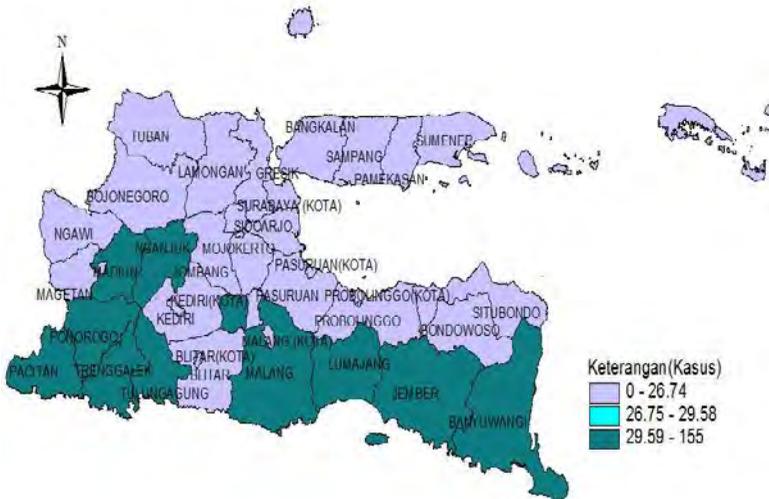
**Gambar 4.1** Grafik Perkembangan Kasus Malaria di Jawa Timur

Berdasarkan Gambar 4.1 pada tahun 2013 kasus malaria telah mengalami penurunan apabila dibandingkan dengan tahun

2008. Namun hal yang diinginkan tercapai adalah membuat Jawa Timur bebas dari kasus malaria. Sehingga masih diperlukan upaya-upaya dari pemerintah untuk mengatasinya, salah satunya dengan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab penyakit malaria.

#### 4.1.1 Jumlah Kasus Malaria

Kasus Malaria di Jawa Timur pada tahun 2013 adalah sebesar 1070 kasus dengan rata-rata sebesar 28,128 dan varians 1852,461, dimana persebarannya hampir di seluruh kabupaten/kota. Sebagai gambaran awal mengenai kasus malaria di Jawa Timur, berikut merupakan peta persebaran malaria. Pada peta berikut ini akan tampak kabupaten/kota yang telah dibagi menjadi tiga kelompok yaitu rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan kasus malaria yang terjadi pada tahun 2013.



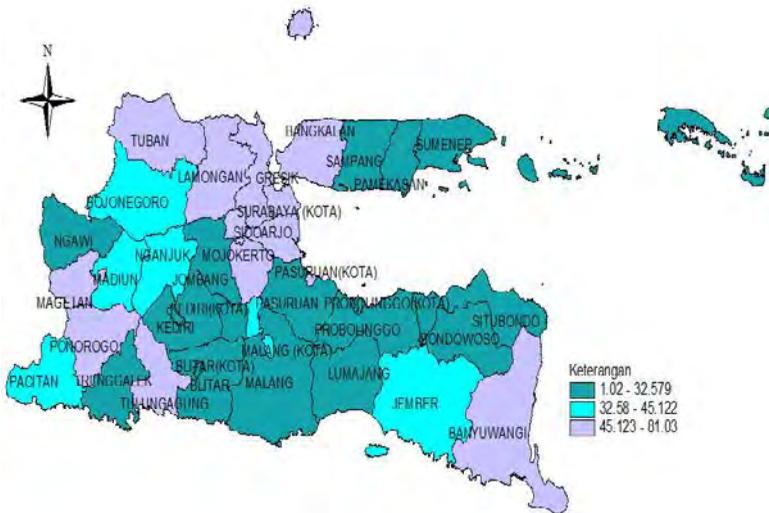
**Gambar 4.2** Persebaran Kasus Malaria di Jawa Timur tahun 2013

Berdasarkan pembagian persebaran kasus malaria pada peta diperoleh bahwa lebih banyak ditemukan kabupaten/kota dengan kasus malaria yang tinggi adalah berada di bagian selatan

provinsi kecuali di Kabupaten Blitar. Kasus Malaria yang tertinggi adalah pada Kabupaten Trenggalek yaitu sebesar 155 kasus yang kemudian diikuti oleh Kabupaten Malang dan Banyuwangi dengan 134 dan 130 kasus. Kabupaten Trenggalek memang menjadi salah satu daerah di Jawa Timur yang endemis terhadap Malaria, dimana dapat dilihat dari ditemukannya kasus yang relatif tinggi dari tahun ke tahun. Selain itu telah terdapat beberapa kabupaten/kota yang telah bebas dari malaria pada tahun 2013 yaitu Kabupaten Tuban, Sampang, Pamekasan, Kota Kediri, Probolinggo, Pasuruan, Mojokerto dan Batu dimana pada daerah tersebut tidak terdapat kasus malaria sepanjang tahun 2013.

#### **4.1.2 Persentase Rumah Sehat**

Rumah sehat merupakan salah satu kunci bagi kesehatan lingkungan. Berdasarkan Kementertian Kesehatan persyaratan rumah sehat adalah yang memenuhi beberapa parameter yaitu dilihat dari lokasi, kualitas udara, kebisingan, kualitas tanah dan prasarana. Adapun komponen diantaranya adalah langit-langit rumah yang sesuai dengan persyaratan yaitu dapat menahan debu serta kotoran dengan tinggi minimal 2,4 meter dari lantai, dinding rumah, lantai yang dapat menahan beban di atasnya, jendela maupun ventilasi, sarana pembuangan asap dapur dan pencahayaan. Rata-rata persentase rumah sehat di Jawa Timur pada tahun 2013 adalah sebesar 38,851. Hal ini berarti bahwa dari 100 rumah terdapat 39 rumah yang memenuhi kriteria rumah sehat. Varians dari persentase rumah sehat adalah sebesar 548,924, itu menunjukkan terdapat perbedaan yang cukup besar pada tiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Berikut peta persebaran persentase rumah sehat tiap kabupaten/kota di Jawa Timur yang dibagi menjadi 3 kategori yaitu tinggi, sedang dan rendah.



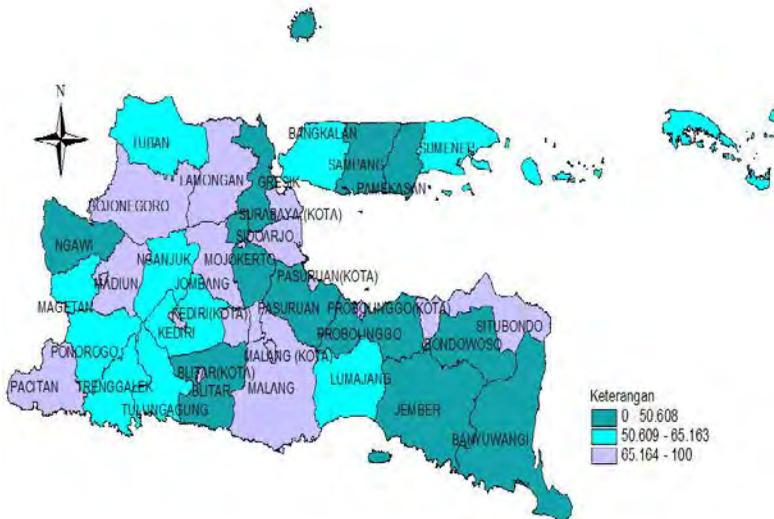
**Gambar 4.3** Persebaran Persentase Rumah Sehat Provinsi Jawa Timur tahun 2013

Berdasarkan Gambar 4.3 didapatkan bahwa wilayah kabupaten/kota dengan persentase rumah sehat yang rendah tidak sama dengan wilayah jumlah kasus malaria yang tinggi. Persentase rumah sehat yang rendah terdapat pada beberapa kabupaten/kota di wilayah Jawa Timur bagian selatan serta timur dan beberapa wilayah di Madura. Persentase rumah sehat paling rendah adalah Kabupaten Blitar yaitu dengan persentase 1,02% dan diikuti oleh Kabupaten Sumenep dan Kabupaten Kediri dengan 3,56% dan 4,48%. Sedangkan persentase rumah sehat tertinggi adalah d Kota Surabaya dengan 81,03%.

#### 4.1.3 Persentase Rumah Tangga Dengan Pengelolaan Air Limbah Sehat

Limbah rumah tangga merupakan limbah yang dihasilkan oleh kegiatan rumah tangga, biasanya berupa sisa-sisa sayuran maupun kertas dan plastik, dibedakan menjadi 3 jenis yaitu

sampah, air limbah seperti sisa mandi dan mencuci dan sampah manusia. Pengelolaan limbah yang tidak baik akan menjadikan lingkungan yang tidak sehat sehingga menjadi tempat berkembangnya vektor penyebab malaria. Pengelolaan limbah yaitu salah satunya limbah air dengan sehat sangatlah diperlukan untuk menjaga kesehatan di lingkungan tempat tinggal. Rata-rata persentase pengelolaan limbah sehat di Jawa Timur 57,886 yang berarti dari 100 rumah terdapat 58 yang memiliki pengelolaan air limbah sehat, sedangkan variansnya adalah sebesar 739,155 yang berarti cukup terdapat variasi yang besar pada data persentase pengelolaan air limbah sehat tiap kabupaten/kota di Jawa Timur.



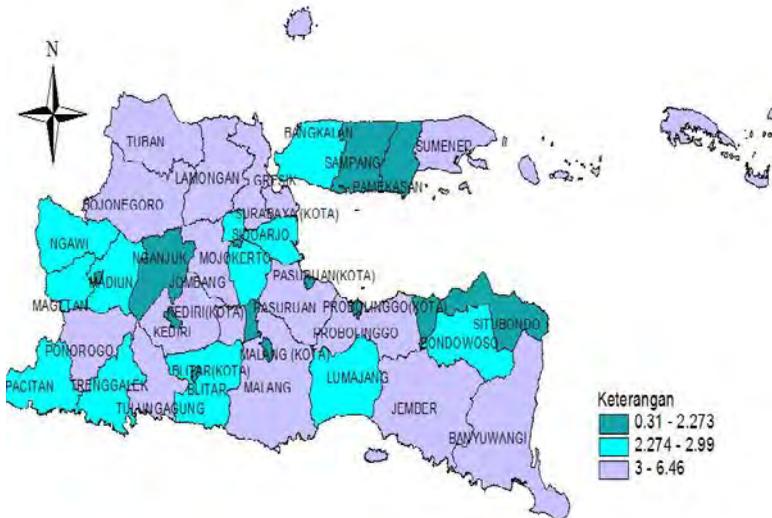
**Gambar 4.4** Persebaran Persentase Rumah Tangga Pengelolaan Air Limbah Sehat Provinsi Jawa Timur tahun 2013

Berdasarkan Gambar 4.4 kabupaten/kota dengan persentase rumah tangga dengan pengelolaan air limbah sehat yang rendah adalah di Kabupaten Pasuruan, Gresik, Blitar, Mojokerto, Probolinggo, Sampang, Jember, Bondowoso,

Probolinggo dan Ngawi. Sedangkan yang tertinggi adalah di Kabupaten dan Kota Malang yaitu masing-masing 98,22% dan 100%

#### 4.1.4 Persentase Puskesmas

Puskesmas merupakan salah satu fasilitas kesehatan yang berguna sebagai pusat pelayanan kesehatan masyarakat tingkat pertama. Perannya sangatlah penting untuk meningkatkan kesehatan di wilayah kerjanya. Rasio puskesmas terhadap jumlah penduduk adalah 30000, yang memiliki arti bahwa setiap 1 puskesmas akan melayani sebesar 30000 penduduk. Provinsi Jawa Timur berdasarkan Sensus Penduduk tahun 2010 berpenduduk 37.476.757 jiwa dan jumlah puskesmas yang tercatat adalah 960. Hal tersebut menunjukkan bahwa jumlah puskesmas di Jawa Timur masih belum mencukupi. Berikut persebaran persentase puskesmas di Jawa Timur.



**Gambar 4.5** Persebaran Persentase Puskesmas Provinsi Jawa Timur tahun 2013

Berdasarkan Gambar 4.5 diketahui bahwa persentase puskesmas terendah adalah berada di Kota Blitar, Kota Mojokerto dan Kota Batu. Sedangkan untuk persentase puskesmas terbesar adalah di Kabupaten Jember dan Kota Surabaya yaitu sebesar 5,1 dan 6,46%. Salah satu program yang dimiliki oleh puskesmas adalah pemberantasan dan pencegahan penyakit menular, termasuk di dalamnya adalah malaria.

#### **4.1.5 Persentase Penyuluhan Kesehatan**

Penyuluhan kesehatan adalah kegiatan pendidikan yang dilakukan dengan cara menyebarkan pesan, menanamkan keyakinan, sehingga masyarakat sadar dan mengerti, tetapi juga mau dan bisa melakukan suatu anjuran yang ada hubungannya dengan kesehatan. Penyuluhan dapat dilakukan dalam kelompok-kelompok tertentu maupun secara massa. Ketika suatu daerah masyarakat didalamnya mendapatkan penyuluhan kesehatan, kesadaran akan pentingnya kesehatan juga akan meningkat, terlebih untuk sadar terhadap pencegahan penyakit menular. Rata-rata persentase penyuluhan kesehatan di Jawa Timur pada tahun 2013 adalah sebesar 2,632 dengan variasi sebesar 5,986 yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang besar untuk persentase penyuluhan kesehatan di tiap kabupaten/kota. Berikut merupakan persebaran persentase penyuluhan kesehatan di Jawa Timur.





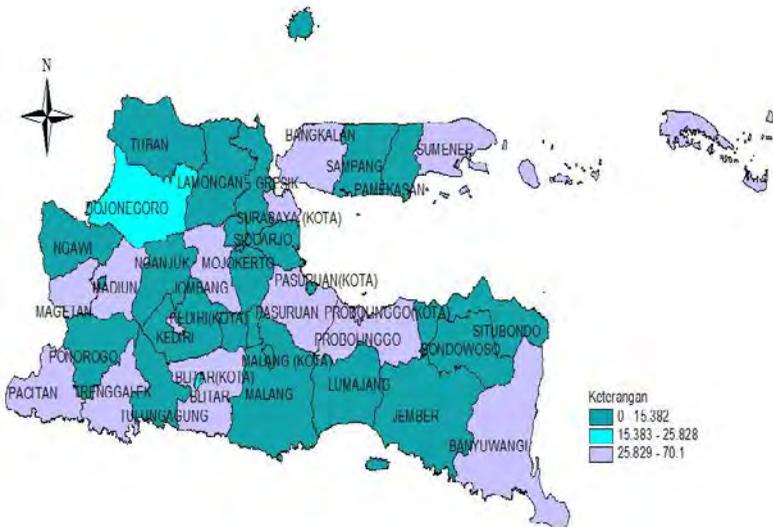
Kabupaten Gresik dan Kota Surabaya yaitu sebesar 66,54 dan 67,32.

#### **4.1.7 Persentase Rumah Tangga Dengan Sarana Air Bersih**

Ketersediaan air yang digunakan sehari-hari akan berpengaruh terhadap kondisi kesehatan masyarakat tersebut. Apabila air yang digunakan tidak berasal dari sumber yang terlindungi, tentu air tersebut telah terkontaminasi bakteri atau bahkan limbah dan apabila digunakan dapat mengganggu kesehatan. Berdasarkan Profil Kesehatan yang tergolong air bersih adalah yang bersumber pada air kemasan, ledeng, sumur pompa tangan (SPT), sumur gali (SGL), mata air dan perlindungan air hujan (PAH). Rata-rata persentase rumah tangga dengan sarana air bersih adalah sebesar 61,073 dengan variansnya adalah 758,212 dan ini menunjukkan bahwa terjadi perbedaan persentase penggunaan air bersih yang sangat besar pada tiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Dari 100 rumah tangga hanya 62 yang memiliki sarana air bersih yang digunakan sehari-hari. Berikut persebaran persentase rumah tangga dengan akses air bersih di Jawa Timur.



pengembangan dari obat sebelumnya yang merupakan obat tunggal. Pengobatan ACT tersebut dapat lebih diefektifkan dengan memperhatikan jangkauan dan ketersediaan obat terutama pada daerah dengan kasus malaria yang masih tinggi. Rata-rata persentase penderita malaria yang mendapat ACT pada tiap kabupaten/kota adalah sebesar 20,6053 dengan variasi sebesar 380,748. Hal tersebut menunjukkan masih sangat kecil pengobatan ACT yang dilakukan yaitu dari 100 penderita malaria hanya 21 penderita yang mendapatkan pengobatan ACT serta terdapat variasi yang besar pada tiap daerah. Berikut persebaran persentase penderita yang mendapat ACT di Jawa Timur.



**Gambar 4.9** Persebaran Persentase Penderita Malaria dengan ACT Provinsi Jawa Timur tahun 2013

Berdasarkan Gambar 4.9 dapat diketahui bahwa masih terdapat banyak kabupaten/kota yang memiliki persentase nol atau dapat dikatakan tidak sama sekali melakukan program untuk pengobatan ACT bagi penderita malaria yaitu Kabupaten Malang, Jember, Tuban, Bondowoso, Pamekasan, Kota Pasuruan dan Kota Madiun. Padahal diketahui bahwa Kabupaten Malang sebagai

kabupaten dengan kasus tertinggi kedua malaria sepanjang tahun 2013 yaitu sejumlah 134 kasus setelah Kabupaten Trenggalek, selain itu ACT juga tidak dilakukan pula di Kabupaten Jember yang memiliki 71 kasus malaria.

#### **4.1.9 Persentase Tempat Umum Dan Pengelolaan Makanan (TUPM) Sehat**

Berdasarkan Profil Kesehatan, yang termasuk di dalam tempat umum dan pengelolaan makanan diantaranya adalah hotel, restoran/rumah makan, pasar dan tempat umum lainnya. TUPM merupakan salah satu indikator dalam penilaian lingkungan sehat. Sebagai tempat pengelolaan kebutuhan pokok dari kehidupan manusia sangat dibutuhkan pengelolaan yang baik karena jika tidak justru dapat menjadi penularan berbagai penyakit dan penyebab terjadinya keracunan. Rata-rata persentase TUPM sehat adalah 49,67% dengan varians 415,255, itu menunjukkan bahwa masih banyak terdapat tempat umum dan pengelolaan makanan yang kurang sehat di Jawa Timur. Dari 100 tempat umum dan makanan sehat yang ada maka hanya ditemukan 50 atau hanya setengah yang telah terjamin kesehatannya. Berikut persebaran persentase TUPM sehat di Jawa Timur.





#### 4.1.11 Statistika Deskriptif

Secara umum untuk memberikan informasi mengenai gugus data yang dimiliki dan agar lebih mudah untuk dipahami adalah menggunakan statistika deskriptif. Berikut adalah statistika deskriptif pada kasus malaria dan variabel-variabel yang diduga mempengaruhi.

**Tabel 4.1** Statistika Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Mean	Varians	Minimum	Maksimum
Y	28,158	1852,461	0	155
X <sub>1</sub>	38,851	548,925	1,02	81,03
X <sub>2</sub>	57,886	739,155	0	100
X <sub>3</sub>	2,632	1,790	0,31	6,46
X <sub>4</sub>	2,632	5,986	0,01	13,18
X <sub>5</sub>	45,337	210,751	17,14	67,32
X <sub>6</sub>	61,073	758,213	1,55	100
X <sub>7</sub>	20,605	380,749	0	70,1
X <sub>8</sub>	49,673	415,256	0	84,41
X <sub>9</sub>	15,750	101,379	3,9	47,1

Berdasarkan Tabel 4.1 didapatkan bahwa variabel Y yang merupakan jumlah kasus malaria memiliki rata-rata kasus tiap kabupate/kota sebesar 28,158 atau 29 kasus dengan variasi yang besar yaitu 1852,461. Variabel X<sub>1</sub> (persentase rumah sehat) memiliki rata-rata sebesar 38,851 dengan variasi yang cukup tinggi pula. Variabel X<sub>2</sub> (persentase rumah tangga dengan pengelolaan limbah sehat) rata-ratanya sebesar 57,886 dengan nilai minimum dan maksimum adalah 0 dan 100. Untuk variabel X<sub>3</sub> (persentase puskesmas) dan X<sub>4</sub> (persentase penyuluhan kesehatan) memiliki variasi yang tidak begitu tinggi yaitu 1,79 dan 5,986. Variabel X<sub>5</sub> (persentase rumah tangga dengan PHBS) memiliki rata-rata 45,337, variabel X<sub>6</sub> (persentase rumah tangga dengan sarana air bersih) memiliki rata-rata sebesar 61,073 dan keduanya memiliki variasi yang tinggi pula untuk tap

kabupaten/kota. Variabel  $X_7$  (persentase penderita dengan program ACT) memiliki rata-rata yang sangat kecil yaitu 20,605 dengan nilai minimum dan maksimum adalah 0 dan 70,1. Hal ini menunjukkan bahwa masih sangat kurang pengelolaan pengobatan untuk penderita malaria di Jawa Timur. Kemudian untuk  $X_8$  (presentase TUPM sehat) memiliki rata-rata sebesar 49,673 dan  $X_9$  (persentase rumah tangga yang tinggal di daerah kumuh) dengan rata-rata 15,75. Variasi yang tinggi pada masing-masing variabel penelitian tersebut menunjukkan bahwa terjadi perbedaan yang besar pada lingkungan, perilaku masyarakat serta pelayanan kesehatan yang belum merata di tiap kabupaten/kota.

## 4.2 Pemeriksaan Multikolinieritas

Sebelum melakukan analisis menggunakan regresi Poisson, regresi Binomial Negatif dan GWNBR terlebih dahulu akan dilakukan pemeriksaan multikolinieritas untuk mengetahui apakah diantara variabel prediktor terdapat korelasi yang tinggi dan perlu diatasi. Kondisi tersebut dapat dilihat dengan menggunakan nilai korelasi pearson dan nilai VIF (*Variance Inflated Faktor*) pada tiap variabel prediktor. Berikut ini merupakan nilai korelasi pearson pada tiap variabel prediktor.

**Tabel 4.2** Koofisien Korelasi Antar Variabel Prediktor

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$
$X_2$	0,155							
$X_3$	0,124	-0,217						
$X_4$	0,151	0,015	0,314					
$X_5$	0,394	0,133	0,291	0,276				
$X_6$	0,18	0,19	0,076	-0,017	0,183			
$X_7$	-0,344	-0,008	0,00	0,261	0,209	0,212		
$X_8$	0,538	0,367	-0,092	0,124	0,15	0,224	-0,012	
$X_9$	0,054	0,016	0,215	0,023	-0,069	0,319	0,091	0,011

Jika koefisien korelasi Pearson antar variabel prediktor memiliki nilai lebih dari 0,95, hal tersebut mengindikasikan

bahwa terjadi kasus multikolinieritas. Berdasarkan Tabel 4.2 diperoleh semua nilai korelasi antara variabel prediktor lebih kecil dari 0,95 sehingga tidak terjadi kasus multikolinieritas. Korelasi tertinggi adalah sebesar 0,538 yaitu antara variabel presentase rumah sehat ( $X_1$ ) dengan presentase tempat umum dengan pengelolaan tempat makan sehat ( $X_8$ ). Korelasi terkecil adalah sebesar 0,00 yaitu antara variabel presentase pengobatan ACT ( $X_7$ ) dengan presentase puskesmas ( $X_3$ ), nilai 0 tersebut mengindikasikan bahwa sama sekali tidak terdapat hubungan antara kedua variabel.

**Tabel 4.3** Nilai VIF Variabel Prediktor

Variabel	VIF
$X_1$	2,497
$X_2$	1,292
$X_3$	1,421
$X_4$	1,332
$X_5$	1,724
$X_6$	1,330
$X_7$	1,793
$X_8$	1,792
$X_9$	1,246

Nilai VIF yang lebih besar dari 10 mengindikasikan terjadi kasus multikolinieritas. Nilai VIF diperoleh seperti pada persamaan (2.6). Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa keseluruhan variabel prediktor memiliki nilai VIF yang kurang dari 10 sehingga pada penelitian ini disimpulkan tidak terjadi kasus multikolinieritas dan dapat dilanjutkan pada pemodelan regresi yang akan dilakukan.

### 4.3 Pemodelan Regresi Poisson

Data jumlah kasus malaria merupakan data *count*, sehingga dalam melakukan pemodelan dapat dilakukan dengan menggunakan regresi Poisson. Pemodelan ini dilakukan untuk

mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kasus malaria.

Berikut merupakan hasil estimasi parameter pada regresi Poisson.

**Tabel 4.4** Estimasi Parameter Model Regresi Poisson

	<i>Estimate</i>	<i>Std.Error</i>	<i>Z Value</i>	<i>P Value</i>
<b>(Intercept)</b>	2,6712	0,052	51,338	$< 2.10^{-16}$ *
<b>ZX<sub>1</sub></b>	0,4696	0,0495	9,491	$< 2.10^{-16}$ *
<b>ZX<sub>2</sub></b>	0,3878	0,0365	10,636	$< 2.10^{-16}$ *
<b>ZX<sub>3</sub></b>	1,3526	0,0557	24,303	$< 2.10^{-16}$ *
<b>ZX<sub>4</sub></b>	-0,6854	0,0586	-11,693	$< 2.10^{-16}$ *
<b>ZX<sub>5</sub></b>	-0,6762	0,0521	-12,983	$< 2.10^{-16}$ *
<b>ZX<sub>6</sub></b>	-0,2929	0,0369	-7,947	$< 1.91.10^{-15}$ *
<b>ZX<sub>7</sub></b>	0,8194	0,0410	19,986	$< 2.10^{-16}$ *
<b>ZX<sub>8</sub></b>	-0,2265	0,0521	-4,347	$< 1.38.10^{-5}$ *
<b>ZX<sub>9</sub></b>	-0,7188	0,0486	-14,805	$< 2.10^{-16}$ *
<b>Devians= 851,71</b>			<b>df=28</b>	

\*) signifikan dengan taraf nyata 15%

Pengujian serentak signifikansi parameter model regresi Poisson bertujuan untuk mengetahui apakah secara serentak variabel prediktor memberikan pengaruh terhadap variabel respon. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_9 = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, 9$$

Berdasarkan hasil pengujian dengan taraf signifikansi 15% dengan menggunakan *software* R dengan syntax seperti pada Lampiran 6 didapatkan  $\chi^2_{(9)}$  sebesar 13,463 yang artinya lebih kecil dari nilai Devians (851,71) dengan menggunakan rumus seperti pada Lampiran 1 sehingga tolak  $H_0$  yang berarti paling sedikit ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Sehingga perlu dilanjutkan pada pengujian secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, 9$$

Hasil pengujian secara individu dengan taraf signifikansi 15% didapatkan  $z_{(0,15/2)}$  sebesar 1.44 dan nilai *p-value* yang kurang dari taraf signifikansi 15% didapatkan model regresi Poisson sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \ln(\hat{\mu}) &= 2,6712 + 0,4696 ZX_1 + 0,3878 ZX_2 + 1,3526 ZX_3 - \\ &0,6854 ZX_4 - 0,6762 ZX_5 - 0,2929 ZX_6 + 0,8194 ZX_7 - \\ &0,2265 ZX_8 - 0,7188 ZX_9 \\ \ln(\hat{\mu}) &= 2.6712 + 0.4696 \frac{(X_1 - 38,8505)}{23,4291} - 0,3878 \frac{(X_2 - 57,8855)}{27,1874} \\ &+ 1.3526 \frac{(X_3 - 2,6313)}{1,3378} - 0.6854 \frac{(X_4 - 2.6313)}{2.4470} \\ &- 0,6762 \frac{(X_5 - 45,3371)}{14,5173} - 0,2929 \frac{(X_6 - 61.0734)}{27,5357} \\ &+ 0.8194 \frac{(X_7 - 20,6053)}{19,5128} - 0.2265 \frac{(X_8 - 49,6726)}{20,3378} \\ &- 0.7188 \frac{(X_9 - 15,75)}{10,0687} \\ \ln(\hat{\mu}) &= 2,7161 + 0,020043X_1 + 0,014264 X_2 + 1,011028 X_3 \\ &- 0,2801 X_4 - 0,04658 X_5 - 0,01064 X_6 \\ &+ 0,041993X_7 - 0,01112X_8 - 0,07139X_9 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil estimasi parameter dari model regresi Poisson yang terbentuk dapat disimpulkan bahwa keseluruhan variabel yaitu persentase rumah sehat ( $X_1$ ), persentase rumah tangga dengan pengelolaan limbah sehat ( $X_2$ ), persentase puskesmas ( $X_3$ ), persentase pelayanan kesehatan ( $X_4$ ), persentase rumah tangga dengan perilaku hidup bersih dan sehat ( $X_5$ ), persentase rumah tangga dengan sarana air bersih ( $X_6$ ), persentase penderita dengan program ACT ( $X_7$ ), persentase tempat umum dengan pengelolaan makanan sehat ( $X_8$ ) dan persentase rumah tangga yang tinggal di daerah kumuh ( $X_9$ ) berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus malaria di Provinsi Jawa Timur.

#### 4.4 Deteksi Overdispersi

Pada regresi Poisson terdapat asumsi yang harus dipenuhi yaitu kondisi equidispersi dimana nilai varians sama dengan nilai mean. Namun hal tersebut jarang sekali terpenuhi. Overdispersi merupakan kondisi pada regresi Poisson dimana nilai mean lebih kecil dari nilai variansnya. Hal tersebut dapat terdeteksi dengan melihat hasil bagi antara nilai devians dengan derajat bebasnya, jika hasil bagi lebih dari 1 maka terjadi kasus overdispersi pada data.

Diketahui bahwa nilai hasil bagi antara devians (851,71) dan derajat bebas (28,00) pada penelitian ini adalah 30,418 dan lebih dari 1 sehingga disimpulkan bahwa pada model regresi Poisson jumlah kasus malaria di Jawa Timur terdapat kasus overdispersi. Kondisi tersebut akan berdampak pada nilai standar error yang menjadi *underestimate*, sehingga tidak valid. Metode yang digunakan untuk mengatasi overdispersi pada regresi Poisson adalah regresi Binomial Negatif.

#### 4.5 Pemodelan Binomial Negatif

Regresi Binomial Negatif merupakan metode untuk mengatasi kasus overdispersi pada regresi Poisson, perbedaannya adalah pada regresi Binomial Negatif terdapat parameter dispersi. Pada awalnya untuk pemodelan dengan Binomial Negatif akan dicari terlebih dahulu nilai initial  $\theta$  yaitu didapatkan sebesar 0,36909. Diperoleh estimasi parameter Binomial Negatif sebagai berikut.

**Tabel 4.5** Estimasi Parameter Model Binomial Negatif

	<i>Estimate</i>	<i>Std.Error</i>	<i>Z Value</i>	<i>P Value</i>
<i>(Intercept)</i>	26,516	0,2337	11,344	5,54.10 <sup>-12*</sup>
<i>ZX<sub>1</sub></i>	0,5703	0,3703	1,54	0,13477*
<i>ZX<sub>2</sub></i>	0,3774	0,2668	1,415	0,16821*
<i>ZX<sub>3</sub></i>	14,727	0,2870	5,132	1,94.10 <sup>-5*</sup>
<i>ZX<sub>4</sub></i>	-0,4841	0,2724	-1,777	0,08641*
<i>ZX<sub>5</sub></i>	-0,5501	0,3112	-1,767	0,08806*

**Tabel 4.5** Estimasi Parameter Model Binomial Negatif (Lanjutan)

	<i>Estimate</i>	<i>Std.Error</i>	<i>Z Value</i>	<i>P Value</i>
<b>ZX<sub>6</sub></b>	-0,1275	0,2709	-0,470	0,64168
<b>ZX<sub>7</sub></b>	0,8847	0,3165	2,795	0,00927*
<b>ZX<sub>8</sub></b>	-0,1453	0,3177	-0,457	0,65090
<b>ZX<sub>9</sub></b>	-0,7206	0,2717	-2,653	0,01301*
<b>Devians= 28,00</b>			<b>df=28</b>	

\*) signifikan dengan taraf nyata 15%

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian parameter secara serentak dan parsial. Pengujian secara serentak model regresi Binomial Negatif adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_9 = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, 9$$

Berdasarkan hasil pengujian dengan taraf signifikansi 15% didapatkan  $\chi^2_{(9)}$  sebesar 13,463 yang artinya lebih kecil dari nilai Devians (28,00) sehingga tolak  $H_0$  yang berarti paling sedikit ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Sehingga perlu dilanjutkan pada pengujian secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, 9$$

Hasil pengujian secara individu seperti pada persamaan (2.20) dengan taraf signifikansi 15% didapatkan  $z_{(0,15/2)}$  sebesar 1.44 dan nilai *p-value* yang kurang dari taraf signifikansi 15% maka diperoleh dari sembilan variabel hanya terdapat enam variabel yang signifikan terhadap jumlah kasus malaria di Jawa Timur. Diantaranya adalah persentase rumah sehat ( $X_1$ ), persentase puskesmas ( $X_3$ ), persentase pelayanan kesehatan ( $X_4$ ), persentase rumah tangga dengan perilaku hidup bersih dan sehat ( $X_5$ ), persentase penderita dengan program ACT ( $X_7$ ), dan persentase rumah tangga yang tinggal di daerah kumuh ( $X_9$ ).

Berikut ini merupakan model regresi Binomial Negatif.

$$\ln(\hat{\mu}) = 2,6516 + 0,5703 ZX_1 + 0,3774ZX_2 + 1,4727 ZX_3 - 0,4841 ZX_4 - 05501 ZX_5 - 0,1275 ZX_6 + 0.8847ZX_7 - 0.1453ZX_8 - 0.7206ZX_9$$

$$\begin{aligned} \ln(\hat{\mu}) = & 2,6516 + 0,5703 \frac{(X_1 - 38,8505)}{23,4291} + 0,3774 \frac{(X_2 - 57,8855)}{27,1874} \\ & + 1,4727 \frac{(X_3 - 2,6313)}{1,3378} - 0,4841 \frac{(X_4 - 2,6313)}{2,4470} \\ & - 0,5501 \frac{(X_5 - 45,3371)}{14,5173} - 0,1275 \frac{(X_6 - 61,0734)}{27,5357} \\ & + 0,8847 \frac{(X_7 - 20,6053)}{19,5128} - 0,1453 \frac{(X_8 - 49,6726)}{20,3378} \\ & - 0,7206 \frac{(X_9 - 15,75)}{10,0687} \end{aligned}$$

$$\ln(\hat{\mu}) = 1,074293 + 0,024341X_1 + 0,013881 X_2 + 1,100799 X_3 - 0,19783 X_4 - 0,03789 X_5 - 0,00463X_6 + 0,04534X_7 - 0,00713X_8 - 0,07157X_9$$

Dengan memperhatikan nilai devians dari model Binomial Negatif yaitu sebesar 28,00 dan devians dari model Poisson yaitu 851,71 maka Binomial Negatif memiliki nilai devians yang lebih rendah sehingga ketika dibagi dengan derajat bebasnya tidak terjadi kembali kasus overdispersi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa regresi Binomial Negatif dapat mengatasi kasus dispersi pada regresi Poisson.

#### 4.6 Pengujian Aspek Data Spasial

Sebelum melakukan analisis dengan metode GWNBR (*Geographically Weighted Negative Binomial Regression*) akan terlebih dahulu dilakukan pengujian spasial.

Apabila seseorang hidup pada wilayah yang sama dengan penderita malaria maka kecenderungan atau resiko tertularnya akan besar. Selain itu perbedaan karakteristik tiap wilayah akan menimbulkan anggapan bahwa terdapat pengaruh geografis wilayah tertentu terhadap terjadinya kasus malaria di Jawa Timur. Ada atau tidaknya perbedaan karakteristik antara satu titik pengamatan dengan yang lain dapat dilihat dengan pengujian

heterogenitas yaitu dengan menggunakan uji *Breusch-Pagan* dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \dots = \sigma^2_{38} = \sigma^2$  (variansi antar lokasi sama)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma^2_i \neq \sigma^2$  (variansi antar lokasi berbeda)

Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan syntax pada Lampiran 6 diperoleh nilai statistik uji *Breusch-Pagan* (BP) sebesar 15,3929 dengan p-value sebesar 0,08069. Dengan 9 parameter dan nilai  $\alpha$  yang digunakan adalah 15% maka dibandingkan dengan nilai  $\chi^2_{(9)}$  yaitu sebesar 13,463 maka nilai BP lebih besar. Selain itu dapat pula dilihat dari p-value yang kurang dari 0,15 maka didapatkan kesimpulan bahwa terdapat heterogenitas spasial pada data atau terdapat perbedaan karakteristik antar satu titik pengamatan dengan titik pengamatan lainnya.

Selanjutnya adalah pengujian dependensi spasial yang digunakan untuk mengetahui apakah pengamatan suatu lokasi berpengaruh terhadap pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Pengujian yang dilakukan adalah dengan menggunakan Moran's I dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : I = 0$  (tidak ada dependensi spasial)

$H_1 : I \neq 0$  (terdapat dependensi spasial)

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh p-value sebesar 0,003559, dibandingkan dengan alpha sebesar 0,15 maka didapatkan bahwa p-value lebih kecil dari alpha. Sehingga didapatkan kesimpulan bahwa terdapat dependensi spasial atau pengamatan di suatu lokasi bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan.

Hasil uji heterogenitas yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan karakteristik antara titik pengamatan dengan titik pengamatan yang lain serta hasil uji dependensi yang menyatakan bahwa pengamatan suatu lokasi bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan, maka metode *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR) dapat dilakukan pada analisis selanjutnya.

#### 4.7 Pemodelan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR)

Sebelum melakukan pemodelan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* terlebih dahulu mencari jarak Euclidian yang didapatkan setelah menemukan letak geografis tiap kabupaten/kota di Jawa Timur yang didapatkan dengan menggunakan syntax pada Lampiran 6. Setelah itu jarak Euclidian digunakan untuk menentukan bandwidth optimum dan untuk mencari matriks pembobot yaitu dengan memasukkan bandwidth dan jarak ke dalam fungsi kernel *adaptive bisquare*.

Terdapat tiga pengujian parameter untuk model *Geographically Weighted Negative Binomial* yaitu pengujian kesamaan model dengan Binomial Negatif, pengujian serentak dan pengujian parsial.

##### 4.7.1 Pengujian Kesamaan Metode GWNBR dengan Regresi Binomial Negatif

Pemodelan dengan menggunakan metode GWNBR diharapkan akan memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan dengan regresi Binomial Negatif. Hipotesis pengujian kesamaan sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k; i = 1, 2, \dots, n$$

$$H_1 : \beta_p(u_i, v_i) \neq \beta_k; k = 1, 2, \dots, p$$

Berdasarkan penghitungan seperti pada persamaan (2.29) didapatkan nilai devians untuk metode GWNBR sebesar 201,2594 dan nilai  $F_{hit}$  yang dihasilkan sebesar 0,447184. Dengan menggunakan nilai alpha 10% maka didapatkan  $F_{(0,1,28,90)}$  sebesar 1,442. Jika dibandingkan maka diperoleh kesimpulan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara model Binomial Negatif dengan model GWNBR. Akan tetapi pada penelitian ini akan dipilih model GWNBR dan dilanjutkan untuk melakukan pengujian parameter.

#### 4.7.2 Pengujian serentak

Dilakukan pengujian serentak untuk mengetahui apakah secara serentak variabel prediktor memberikan pengaruh terhadap model. Hipotesis yang digunakan sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots = \beta_9(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_k(u_i, v_i) \neq 0, ; k = 1, 2, \dots, p$$

Berdasarkan analisis dengan penghitungan manual, didapatkan devians model GWNBR sebesar 201,2594. Dengan alpha 10% didapatkan nilai  $\chi^2_{(9)}$  sebesar 14,684 yang berarti paling tidak terdapat satu parameter model GWNBR yang signifikan atau berpengaruh terhadap model.

#### 4.7.3 Pengujian Parsial

Pengujian parsial pada metode GWNBR digunakan untuk mengetahui variabel prediktor mana yang berpengaruh atau signifikan terhadap variabel respon pada tiap-tiap lokasi. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$$

Berdasarkan hasil pengujian signifikansi parameter dengan menggunakan *software* R dan syntax pada Lampiran 7 diperoleh parameter signifikan yang berbeda-beda untuk tiap kabupaten/kota dikarenakan nilai  $Z_{hitung}$  yang berbeda-beda. Dengan alpha 10% diperoleh koefisien parameter seperti pada Lampiran 12 dan didapatkan variabel-variabel yang signifikan di tiap lokasi kabupaten/kota sebagai berikut.

**Tabel 4.6** Variabel yang Signifikan Tiap Kabupaten/Kota

No	Kab/Kota	Variabel yang signifikan
1	Kab. Pacitan	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
2	Kab. Ponorogo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
3	Kab. Trenggalek	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
4	Kab. Tulungagung	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$

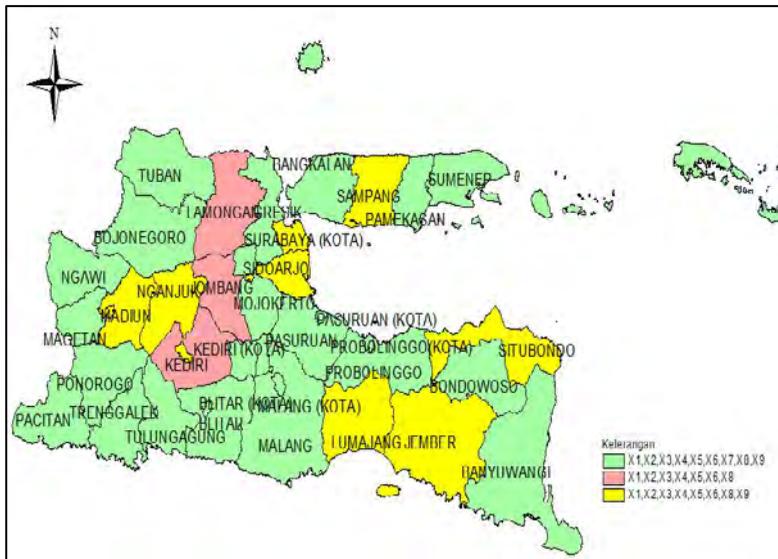
**Tabel 4.6** Variabel yang Signifikan Tiap Kabupaten/Kota (Lanjutan)

No	Kab/Kota	Variabel yang signifikan
5	Kab. Blitar	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
6	Kab. Kediri	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>8</sub>
7	Kab. Malang	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
8	Kab. Lumajang	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>8</sub> ,X <sub>9</sub>
9	Kab. Jember	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>8</sub> ,X <sub>9</sub>
10	Kab. Banyuwangi	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
11	Kab. Bondowoso	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
12	Kab. Situbondo	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>8</sub> ,X <sub>9</sub>
13	Kab. Probolinggo	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
14	Kab. Pasuruan	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
15	Kab. Sidoarjo	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>8</sub> ,X <sub>9</sub>
16	Kab. Mojokerto	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
17	Kab. Jombang	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>8</sub>
18	Kab. Nganjuk	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>8</sub> ,X <sub>9</sub>
19	Kab. Madiun	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>8</sub> ,X <sub>9</sub>
20	Kab. Magetan	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
21	Kab. Ngawi	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
22	Kab. Bojonegoro	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
23	Kab. Tuban	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
24	Kab. Lamongan	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>8</sub>
25	Kab. Gresik	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
26	Kab. Bangkalan	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
27	Kab. Sampang	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>8</sub> ,X <sub>9</sub>
28	Kab. Pamekasan	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
29	Kab. Sumenep	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>

**Tabel 4.6** Variabel yang Signifikan Tiap Kabupaten/Kota (Lanjutan)

No	Kab/Kota	Variabel yang signifikan
30	Kota Kediri	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>8</sub> ,X <sub>9</sub>
31	Kota Blitar	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
32	Kota Malang	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
33	Kota Probolinggo	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
34	Kota Pasuruan	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>
35	Kota Mojokerto	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>8</sub> ,X <sub>9</sub>
36	Kota Madiun	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>8</sub> ,X <sub>9</sub>
37	Kota Surabaya	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>8</sub> ,X <sub>9</sub>
38	Kota Batu	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> ,X <sub>8</sub> ,X <sub>9</sub>

Berdasarkan Tabel 4.6 diperoleh hasil pengelompokan sebanyak 3 kelompok dimana hal tersebut dilihat berdasarkan variabel yang signifikan. Terdapat 7 variabel yang signifikan pada semua kelompok dan memberikan pengaruh pada jumlah kasus malaria di seluruh kabupaten/kota di Jawa Timur. Variabel global tersebut adalah persentase rumah sehat (X<sub>1</sub>), persentase rumah tangga dengan pengelolaan limbah sehat (X<sub>2</sub>), persentase puskesmas (X<sub>3</sub>), persentase pelayanan kesehatan (X<sub>4</sub>), persentase rumah tangga dengan perilaku hidup bersih dan sehat (X<sub>5</sub>), persentase rumah tangga dengan sarana air bersih (X<sub>6</sub>), dan persentase tempat umum dengan pengelolaan makanan sehat (X<sub>8</sub>). Berikut merupakan pengelompokan berdasarkan variabel yang signifikan di tiap kabupaten/kota dengan menggunakan gambar.



**Gambar 4.12** Pengelompokan Kabupaten/ Kota di Provinsi Jawa Timur berdasarkan Variabel yang Signifikan

Selain itu akan didapatkan daftar kabupaten/kota yang terbagi berdasarkan variabel yang berpengaruh pada tabel berikut.

**Tabel 4.7** Pengelompokan Kabupaten/Kota berdasarkan Variabel Pengaruh Jumlah Kasus Malaria

No	Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan
1	Kab.Pacitan, Kab.Ponorogo, Kab.Trenggalek, Kab.Tulungagung, Kab.Blitar, Kab.Malang, Kab. Banyuwangi, Kab. Bondowoso, Kab.Probolinggo, Kab.Pasuruan, Kab.Mojokerto, Kab.Magetan, Kab.Ngawi, Kab. Bojonegoro, Kab.Tuban, Kab.Gresik, Kab.Bangkalan, Kab. Pamekasan, Kab.Sumenep, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Batu	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$

**Tabel 4.7** Pengelompokkan Kabupaten/Kota berdasarkan Variabel Pengaruh Jumlah Kasus Malaria(Lanjutan)

No	Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan
2	Kab.Kediri, Kab.Jombang, Kab.Lamongan,	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8$
3	Kab.Lumajang, Kab.Jember, Kab.Situbondo, Kab.Sidoarjo, Kab.Nganjuk, Kab.Madiun, Kab.Sampang, Kota Kediri, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9$

Berdasarkan Tabel 4.7 variabel yang berpengaruh terhadap kasus malaria di semua kabupaten/kota adalah persentase rumah sehat ( $X_1$ ), persentase rumah tangga dengan pengelolaan limbah sehat ( $X_2$ ), persentase puskesmas ( $X_3$ ), persentase pelayanan kesehatan ( $X_4$ ), persentase rumah tangga dengan perilaku hidup bersih dan sehat ( $X_5$ ), persentase rumah tangga dengan sarana air bersih ( $X_6$ ), dan persentase tempat umum dengan pengelolaan makanan sehat ( $X_8$ ). Hal-hal tersebut adalah erat berhubungan dengan kondisi lingkungan dan perilaku masyarakat.

Kelompok pertama dengan jumlah anggota terbanyak yaitu 24 kabupaten/kota dan lebih mendominasi daripada kelompok yang lain. Dimana keseluruhan variabel yaitu ketujuh variabel global ditambah dengan persentase pengobatan ACT ( $X_7$ ) dan persentase rumah tangga tinggal di daerah kumuh ( $X_9$ ) perlu diperhatikan untuk menekan angka kejadian malaria. Letak dari 24 kabupaten/kota yang termasuk di dalam kelompok pertama adalah menyebar atau tidak berkumpul pada daerah tertentu. Untuk kelompok kedua yang mana variabel yang signifikan adalah terdiri dari 7 variabel global saja, memiliki anggota yang paling sedikit sebanyak 3 yaitu Kabupaten Kediri, Jombang dan Lamongan. Ketiganya merupakan daerah dengan lokasi yang cukup berdekatan yaitu berada di wilayah Provinsi bagian tengah seperti yang ditunjukkan dengan warna merah muda pada peta. Ketiga daerah tersebut bukan merupakan daerah yang endemis

terhadap malaria karena kasus yang terjadi sepanjang tahun 2013 juga tidak terlalu tinggi. Untuk penekanan atau membasmi kasus malaria maka perlu diperhatikan adalah lebih memperhatikan kepada ketujuh variabel global. Kelompok ketiga dengan jumlah anggota sebanyak 11 kabupaten/kota dengan variabel yang signifikan adalah tujuh variabel global ditambah dengan persentase rumah tangga yang tinggal di daerah kumuh ( $X_9$ ). Letak dari anggota kelompok ketiga adalah menyebar, tiga kabupaten berada di bagian timur provinsi dan saling berdekatan, tiga yang lain yaitu Kota Surabaya, Mojokerto dan Kabupaten Sidoarjo yang letaknya berdekatan, Kabupaten Sampang yang ada di Pulau Madura dan empat sisanya adalah Kabupaten Madiun, Kota Madiun, Kota Kediri, dan Kabupaten Nganjuk yang letaknya saling berdekatan.

Sebagai contoh akan disajikan pengujian parameter pada lokasi penelitian yang ke-6 ( $u_6, v_6$ ) yaitu Kabupaten Kediri

**Tabel 4.8** Pengujian Parameter Model GWNBR Di Kabupaten Kediri

	<i>Estimate</i>	<i>Z Value</i>
<i>(Intercept)</i>	2,7879153	9,1884664*
ZX <sub>1</sub>	0,1667615	45,4010372*
ZX <sub>2</sub>	0,1791626	7,1600645*
ZX <sub>3</sub>	0,8114878	4,7174246*
ZX <sub>4</sub>	-0,5532282	15,3113418*
ZX <sub>5</sub>	-0,4616480	-15,2708943*
ZX <sub>6</sub>	-0,0591264	-14,6159200*
ZX <sub>7</sub>	0,1887483	-1,5056940
ZX <sub>8</sub>	-0,0068399	4,0356307*
ZX <sub>9</sub>	-0,1505248	-0,1563691
$\theta$	0,3232761	

\*) signifikan dengan taraf nyata 10%

Suatu variabel dikatakan memberikan pengaruh yang signifikan jika  $|z_{hitung}| > z_{(\alpha/2)}$ , dengan alpha 10% maka  $z_{(0,05)}$

adalah 1,64 sehingga dapat diketahui variabel yang signifikan di Kabupaten Kediri adalah  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$  dan  $X_8$  sehingga dapat dibentuk model sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \ln(\widehat{\mu}_6) &= 2.7879153 + 0,1667615ZX_1 + 0,1791626ZX_2 + \\ &0,8114878 ZX_3 - 0,5532282 ZX_4 - 0,4616480ZX_5 - 0,0591264 ZX_6 + \\ &0,1887483ZX_7 - 0.0068399ZX_8 - 0.1505248X_9 \\ \ln(\widehat{\mu}_6) &= 2,7879153 + 0,1667615 \frac{(X_1 - 38,8505)}{23,4291} \\ &+ 0,1791626 \frac{(X_2 - 57,8855)}{27,1874} \\ &+ 0,8114878 \frac{(X_3 - 2,6313)}{1,3378} - 0,5532282 \frac{(X_4 - 2.6313)}{2.4470} \\ &- 0,4616480 \frac{(X_5 - 45,3371)}{14,5173} \\ &- 0,0591264 \frac{(X_6 - 61.0734)}{27,5357} \\ &+ 0,1887483 \frac{(X_7 - 20,6053)}{19,5128} \\ &- 0.0068399 \frac{(X_8 - 49,6726)}{20,3378} - 0.1505248 \frac{(X_9 - 15,75)}{10,0687} \\ \ln(\widehat{\mu}_6) &= 2,7544458 + 0,007118X_1 + 0,00659 X_2 + 0,606563 X_3 - \\ &0,22608 X_4 - 0,0318 X_5 - 0,00215X_6 + 0,009673X_7 - 0,00034X_8 - \\ &0,1495X_9 \end{aligned}$$

Berdasarkan variabel yang signifikan pada model yang terbentuk di Kabupaten Kediri dapat disimpulkan bahwa setiap penambahan 1 persen rumah tangga sehat ( $X_1$ ) maka akan menambah rata-rata jumlah kasus malaria sebesar  $\exp(0,007118) = 1,007143 \approx 2$  kasus dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap penambahan 1 persen rumah tangga dengan pengelolaan limbah sehat ( $X_2$ ) maka akan menambah rata-rata jumlah kasus malaria sebesar  $\exp(0,00659) = 1,00611 \approx 2$  kasus dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap penambahan 1 persen puskesmas huruf ( $X_3$ ) maka akan menambah rata-rata jumlah kasus malariasebesar  $\exp(0,606563) = 1,83411 \approx 2$  kasus dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap penambahan 1 persen pelayanan kesehatan ( $X_4$ ) maka akan mengurangi rata-rata jumlah kasus malaria sebesar  $\exp(0,22608) = 1,25367 \approx 2$  kasus dengan asumsi variabel lain

konstan. Setiap penambahan 1 persen rumah tangga dengan perilaku hidup bersih dan sehat ( $X_5$ ) maka akan mengurangi rata-rata jumlah kasus malaria sebesar  $\exp(0,0318) = 1,03231 \approx 2$  kasus dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap penambahan 1 persen rumah tangga dengan sarana air bersih ( $X_6$ ) maka akan mengurangi rata-rata jumlah kasus malaria sebesar  $\exp(0,00215) = 1,002153 \approx 2$  kasus dengan asumsi variabel lain konstan dan setiap penambahan 1 persen Tempat umum dan pengelolaan makanan sehat ( $X_8$ ) maka akan mengurangi kasus malaria sebesar  $\exp(0,00034) = 1,00034 \approx 2$  kasus.

#### 4.7.4 Perbandingan Nilai AIC

Untuk mengetahui model apa yang paling sesuai dalam estimasi model secara statistik digunakanlah perbandingan nilai AIC. Berikut merupakan nilai AIC pada masing-masing pemodelan

**Tabel 4.9** Perbandingan Nilai AIC

Regresi	Nilai AIC
Regresi Poisson	1006,8
Regresi Binomial Negatif	305,03
GWNBR	292,5502

Model dikatakan paling baik ketika nilai AIC yang diperoleh dari persamaan (2.34) memiliki nilai terkecil. Berdasarkan Tabel 4.9 diperoleh bahwa model GWNBR menghasilkan nilai AIC terkecil. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode GWNBR merupakan metode terbaik untuk memodelkan jumlah kasus malaria di Jawa Timur tahun 2013 dibandingkan dengan Regresi Poisson dan Binomial Negatif.

#### 4.7.5 Statistika Deskriptif Variabel Signifikan

Setelah mendapatkan variabel yang signifikan pada tiap kabupaten/kota dan terbentuk 3 kelompok berdasarkan jumlah kasus malaria di Jawa Timur, maka tiap-tiap kelompok yang terbentuk akan membentuk karakteristik masing-masing. Karakteristik tersebut dapat dijelaskan dengan menggunakan

statistika deskriptif yaitu nilai rata-rata dan varians. Berikut adalah statistika deskriptif tiap kelompok yang terbentuk.

**Tabel 4.10** Rata-Rata Variabel Signifikan Tiap Kelompok

Variabel	Kelompok		
	1	2	3
X <sub>1</sub>	37,423	32,317	43,747
X <sub>2</sub>	53,297	69,307	64,783
X <sub>3</sub>	2,561	3,611	2,519
X <sub>4</sub>	2,584	4,475	2,232
X <sub>5</sub>	43,065	54,583	47,772
X <sub>6</sub>	56,858	68,850	68,150
X <sub>7</sub>	22,763	-	-
X <sub>8</sub>	49,195	42,753	52,603
X <sub>9</sub>	14,129	-	21,355

Berdasarkan Tabel 4.10, didapatkan rata-rata variabel yang signifikan tiap kelompok. Pada variabel persentase rumah sehat (X<sub>1</sub>) kelompok 3 memiliki rata-rata tertinggi dibandingkan kelompok yang lain. Selain itu kelompok 3 juga memiliki rata-rata tertinggi pada variabel persentase tempat umum dan pengelolaan makanan sehat (X<sub>8</sub>). Untuk variabel persentase rumah tangga dengan pengelolaan limbah sehat (X<sub>2</sub>) tertinggi adalah pada kelompok 2, begitu pula untuk variabel persentase puskesmas (X<sub>3</sub>), persentase penyuluhan kesehatan (X<sub>4</sub>), persentase rumah tangga PHBS (X<sub>5</sub>) dan persentase rumah tangga dengan sarana air bersih (X<sub>6</sub>). Variabel persentase penderita dengan pengobatan ACT (X<sub>7</sub>) hanya signifikan pada kelompok pertama yaitu dengan rata-rata 22,763. Sedangkan variabel persentase rumah tangga tinggal di daerah kumuh signifikan di kelompok 1 dan 3 dengan rata-rata kelompok 3 lebih yang lebih tinggi.

**Tabel 4.11** Varians Variabel Signifikan Tiap Kelompok

Variabel	Kelompok		
	1	2	3
X <sub>1</sub>	471,002	1194,961	664,650
X <sub>2</sub>	918,658	72,320	465,496
X <sub>3</sub>	1,294	0,047	3,322
X <sub>4</sub>	6,728	8,302	3,816
X <sub>5</sub>	191,304	17,146	291,795
X <sub>6</sub>	912,093	254,729	540,750
X <sub>7</sub>	432,075	-	-
X <sub>8</sub>	400,025	1120,186	367,994
X <sub>9</sub>	65,489	-	163,477

Berdasarkan Tabel 4.11, didapatkan varians variabel yang signifikan tiap kelompok. Varians yang tinggi pada suatu kelompok menunjukkan bahwa terjadi variasi atau perbedaan yang besar pada kelompok tersebut. Pada variabel persentase rumah sehat (X<sub>1</sub>) kelompok 2 memiliki varians tertinggi dibandingkan kelompok yang lain, selain itu kelompok 2 juga memiliki varians tertinggi pada variabel persentase penyuluhan kesehatan (X<sub>4</sub>) dan persentase tempat umum dan pengelolaan makanan sehat (X<sub>8</sub>). Untuk variabel persentase rumah tangga dengan pengelolaan air limbah sehat (X<sub>2</sub>), persentase rumah tangga dengan sarana air bersih (X<sub>6</sub>) varians tertinggi ada di kelompok 1. Sedangkan varians persentase puskesmas (X<sub>3</sub>), persentase rumah tangga PHBS (X<sub>5</sub>) yang tertinggi adalah di kelompok 3. Variabel persentase penderita dengan program ACT (X<sub>7</sub>) hanya signifikan di kelompok 1 dengan varians yang tinggi yaitu 432,075 dan untuk variabel persentase rumah tangga yang tinggal di daerah kumuh (X<sub>9</sub>) yang mana signifikan di kelompok 1 dan 3, varians tertinggi adalah di kelompok 3.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisis dan pembahasan didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada tahun 2013 persebaran kasus malaria Jawa Timur hampir terjadi di sebagian besar kabupaten/kota. Jumlah kasus malaria tertinggi adalah di Kabupaten Trenggalek yang kemudian diikuti oleh Kabupaten Malang dan Banyuwangi. Sedangkan terdapat beberapa kabupaten/kota yang pada tahun 2013 sama sekali tidak ditemukan kasus malaria, yaitu Kabupaten Tuban, Sampang, Pamekasan, Kota Kediri, Probolinggo, Pasuruan, Mojokerto dan Batu
2. Pemodelan jumlah kasus malaria dengan menggunakan regresi poisson didapatkan bahwa seluruh variabel signifikan terhadap jumlah kasus malaria di Jawa Timur yaitu persentase rumah sehat ( $X_1$ ), persentase rumah tangga dengan pengelolaan limbah sehat ( $X_2$ ), persentase puskesmas ( $X_3$ ), persentase pelayanan kesehatan ( $X_4$ ), persentase rumah tangga dengan perilaku hidup bersih dan sehat ( $X_5$ ), persentase rumah tangga dengan sarana air bersih ( $X_6$ ), persentase penderita dengan program ACT ( $X_7$ ), persentase tempat umum dengan pengelolaan makanan sehat ( $X_8$ ) dan persentase rumah tangga yang tinggal di daerah kumuh ( $X_9$ ). Sedangkan dengan menggunakan regresi binomial negatif terdapat variabel yang tidak signifikan yaitu persentase rumah tangga dengan pengelolaan limbah sehat ( $X_2$ ), persentase rumah tangga dengan sarana air bersih ( $X_6$ ), dan persentase tempat umum dengan pengelolaan makanan sehat ( $X_8$ ).
3. Berdasarkan pengelompokan kabupaten/kota menurut variabel yang signifikan pada kasus malaria diperoleh 3 kelompok. Kelompok pertama dengan jumlah anggota

terbanyak yaitu 24 dimana keseluruhan variabel signifikan untuk kabupaten/kota tersebut. Kelompok kedua dengan jumlah anggota 3, variabel yang signifikan pada kabupaten/kota tersebut adalah persentase rumah sehat ( $X_1$ ), persentase rumah tangga dengan pengelolaan limbah sehat ( $X_2$ ), persentase puskesmas ( $X_3$ ), persentase pelayanan kesehatan ( $X_4$ ), persentase rumah tangga dengan perilaku hidup bersih dan sehat ( $X_5$ ), persentase rumah tangga dengan sarana air bersih ( $X_6$ ), dan persentase tempat umum dengan pengelolaan makanan sehat ( $X_8$ ). Sedangkan untuk kelompok ketiga dengan 11 anggota, variabel yang signifikan adalah sama seperti kelompok kedua ditambah dengan variabel persentase rumah tangga yang tinggal di daerah kumuh ( $X_9$ ).

4. Nilai AIC paling kecil adalah model yang dihasilkan dengan menggunakan metode GWNBR dibandingkan dengan regresi Poisson dan Binomial Negatif.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan penelitian kembali dengan metode GWNBR namun dengan mencoba pembobot kernel yang lain serta melakukan penelitian kembali khususnya pada kabupaten dengan kasus malaria tertinggi yaitu Kabupaten Trenggalek dengan menggunakan data primer (survey) sehingga lebih diketahui dengan detail mengenai variabel penyebab malaria untuk terciptanya Jawa Bebas Malaria. Selain itu berdasarkan model GWNBR didapatkan pengelompokkan menurut variabel yang signifikan pada tiap wilayah sehingga diharapkan kedepannya ada pengurangan rata-rata jumlah kasus malaria atau bahkan membebaskan Jawa Timur dari malaria dengan cara mengimplementasikan pola hidup berdasarkan variabel yang berpengaruh signifikan di tiap lokasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (2002). *Categorical Data Analysis*. New York: John Wiley & Sons.
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academy Publishers.
- Ariska, P. (2013). *Analisis Regresi pada Prevalensi Malaria di Maluku, Maluku Utara, Papua dan Papua Barat dengan Faktor yang Mempengaruhinya. Tugas Akhir jurusan Statistika*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Arsin. (2012). *Malaria di Indonesia Tinjauan Aspek Epidemiologi*: Masegna Press.
- Baba, I., Hadisaputro, S., & Suwandi. (2006). Faktor-faktor Resiko yang Mempengaruhi Kejadian Malaria. halaman 2.
- Badan Pusat Statistik. Sensus Penduduk 2010 . Diakses pada 20 Desember 2014, sumber [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id).
- Collet, D. (1994). *Modelling Survival Data in Medical Research*, Chapman and Hall, London.
- Depkes RI. (2001). *Modul Epidemiologi Malaria tahun 2011. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2013). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2013*. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur: Surabaya
- Ekayani, G. (2010). *Analisis Regresi Logistik Biner untuk Mengetahui Faktor Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Penyakit Malaria di Provinsi Papua Barat*. Surabaya Tugas Akhir jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Hilbe, J. M. (2011). *Negative Binomial Regression, Second Edition*. New York: Cambridge University Press.
- Irawati, B. (2013). *Pemodelan Generalized Poisson Regression dan Regresi Binomial Negatif untuk Mengatasi Overdispersi pada Jumlah kasus Kanker Seviks di Jawa*

- Timur Tugas Akhir jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.*
- Kementerian Kesehatan RI. (2011). Buletin Jendela Data dan Informasi Kesehatan. *Epidemiologi Malaria di Indonesia*, hal. 1.
- Kementerian Kesehatan RI. (2013). Riskesdas Provinsi Jawa Timur 2013. In *Riskesdas Provinsi Jawa Timur 2013*. Kementerian Kesehatan RI:Jakarta
- Kementerian Kesehatan RI. (2011). *Strategi Nasional Pengendalian Tuberculosis di Indonesia 2010-2014*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan.
- Nakaya, T., Fotheringham, A. S., Brudsons, C., & Charlton. (2005). Geographically Weighted Poisson Regression for Disease Association Mapping. *Statistics in Medicine*, 2695-2717.
- Notoatmodjo, S. (2003). *Ilmu Kesehatan Masyarakat, Prinsip-Prinsip Dasar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Prabowo. (2004). *Malaria Mencegah dan Mengatasinya*. Jakarta.
- Ricardo, A., & Carvalho, T. (2013). *Geographically Weighted Negative Binomial Regression-Incorporating Overdispersion*. Business Media New York: Springer Science.
- Saiku, A. (2011). Faktor Resiko Lingkungan dan Perilaku yang Mempengaruhi Kejadian Kesakitan Malaria di Propinsi Sumatera Selatan 2007. *Aspirator*, 8-17.
- Thomas, S., Rona, D., & Djamaludin, I. (2011). Faktor Perilaku yang Berpengaruh terhadap Kejadian Malaria di daerah Endemis Malaria. halaman 169.
- Walpole, E. R. (1995). *Pengantar Statistika Edisi Ketiga*. Jakarta: Pustaka Umum.
- WHO. (2011). *Global Malaria Programme*. diambil 11 Desember 2014, dari [www.who.int](http://www.who.int).

Yawan, S. F. (2006). *Faktor Resiko Kejadian Malaria di Puskesmas Bosnik Kecamatan Biak Timur Papua*. Thesis jurusan Kesehatan Universitas Diponegoro, Semarang.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR LAMPIRAN

halaman

Lampiran 1	Rumus Menghitung Devians Regresi Poisson.....	75
Lampiran 2	Jumlah Kasus Malaria tiap Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur tahun 2013 .....	77
Lampiran 3	Variabel Prediktor.....	78
Lampiran 4	Koordinat Lintang dan Bujur.....	81
Lampiran 5	Matriks Korelasi dan Nilai VIF Variabel Prediktor.....	82
Lampiran 6	Syntax Program <i>R</i> Jarak, Pembobot, Reg. Poisson, Reg. Binomial Negatif, Pengujian Spasial.....	83
Lampiran 7	Syntax Program <i>R</i> untuk Estimasi Parameter Model GWNBR .....	84
Lampiran 8	Output Regresi Poisson .....	87
Lampiran 9	Output Regresi Binomial Negatif .....	88
Lampiran 10	Pengujian Spasial Morans I dan Breusch Pagan.....	89
Lampiran 11	Matrik Pembobot Geografis. ....	89
Lampiran 12	Koefisien Parameter GWNBR .....	90
Lampiran 13	Nilai Z-Hitung Pengujian Hipotesis Parsial GWNBR.	92
Lampiran 14	Surat Pernyataan Data Sekunder .....	95

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LAMPIRAN

### LAMPIRAN 1. Rumus Menghitung Devians Regresi Poisson

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

Dengan,

$$\begin{aligned} L(\hat{\omega}) &= \prod_{i=1}^n f(y_i, \beta_0) \\ &= \frac{\prod_{i=1}^n \exp(-e^{\beta_0}) (e^{\beta_0})^{y_i}}{y_i!} \\ &= \frac{-\exp \sum_{i=1}^n e^{\beta_0} \prod_{i=1}^n (e^{\beta_0})^{y_i}}{\prod_{i=1}^n y_i!} \\ \ln L(\hat{\omega}) &= \ln \left[ \frac{-\exp \sum_{i=1}^n e^{\beta_0} \prod_{i=1}^n (e^{\beta_0})^{y_i}}{\prod_{i=1}^n y_i!} \right] \\ &= \ln \left[ \frac{-\exp n e^{\beta_0} e^{\beta_0 \sum_{i=1}^n y_i}}{\prod_{i=1}^n y_i!} \right] \\ &= -n e^{\beta_0} + \beta_0 \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n \ln y_i! \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L(\hat{\omega})}{\partial \beta_0} &= \frac{\partial (-n e^{\beta_0} + \beta_0 \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n \ln y_i!)}{\partial \beta_0} \\ &= -n e^{\beta_0} + \sum_{i=1}^n y_i \\ n e^{\beta_0} &= \sum_{i=1}^n y_i \rightarrow \beta_0 = \ln \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L(\hat{\Omega}) &= \prod_{i=1}^n f(y_i, \beta) \\
&= \frac{\prod_{i=1}^n \exp(-e^{x_i^T \beta}) (e^{x_i^T \beta})^{y_i}}{y_i!} \\
&= \frac{-\exp \sum_{i=1}^n e^{x_i^T \beta} \prod_{i=1}^n (e^{x_i^T \beta})^{y_i}}{\prod_{i=1}^n y_i!}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\ln L(\hat{\Omega}) &= \ln \left[ \frac{-\exp \sum_{i=1}^n e^{x_i^T \beta} \prod_{i=1}^n (e^{x_i^T \beta})^{y_i}}{\prod_{i=1}^n y_i!} \right] \\
&= \ln \left[ \frac{-\exp \sum_{i=1}^n e^{x_i^T \beta} (e^{x_i^T \beta})^{\sum_{i=1}^n y_i}}{\prod_{i=1}^n y_i!} \right] \\
&= - \sum_{i=1}^n e^{x_i^T \beta} + \sum_{i=1}^n y_i x_i^T \beta - \sum_{i=1}^n \ln y_i!
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ln L(\hat{\Omega})}{\partial \beta^T} &= - \sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \beta) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i \\
\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \beta) &= \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i
\end{aligned}$$

**LAMPIRAN 2.** Jumlah kasus malaria tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur tahun 2013

No.	Kabupaten/kota	Y	No.	Kabupaten/Kota	Y
1	Kab. Pacitan	105	20	Kab. Magetan	1
2	Kab. Ponorogo	62	21	Kab. Ngawi	7
3	Kab. Trenggalek	155	22	Kab. Bojonegoro	10
4	Kab. Tulungagung	65	23	Kab. Tuban	0
5	Kab. Blitar	20	24	Kab. Lamongan	12
6	Kab. Kediri	7	25	Kab. Gresik	8
7	Kab. Malang	134	26	Kab. Bangkalan	15
8	Kab. Lumajang	31	27	Kab. Sampang	0
9	Kab. Jember	71	28	Kab. Pamekasan	0
10	Kab. Banyuwangi	130	29	Kab. Sumenep	10
11	Kab. Bondowoso	5	30	Kota Kediri	0
12	Kab. Situbondo	3	31	Kota Blitar	3
13	Kab. Probolinggo	1	32	Kota Malang	2
14	Kab. Pasuruan	18	33	Kota Probolinggo	0
15	Kab. Sidoarjo	1	34	Kota Pasuruan	0
16	Kab. Mojokerto	20	35	Kota Mojokerto	0
17	Kab. Jombang	9	36	Kota Madiun	4
18	Kab. Nganjuk	53	37	Kota Surabaya	9
19	Kab. Madiun	99	38	Kota Batu	0

### LAMPIRAN 3. Variabel Prediktor

No.	Kabupaten/kota	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
1	Kab. Pacitan	40.57	65.72	2.5	3.1	55.82	26.36	53	32.09	9.8
2	Kab. Ponorogo	66.18	57.57	3.2	1.7	34.61	82.73	11.1	66.26	7
3	Kab. Trenggalek	21.24	61.31	2.3	1.0	28.02	37.09	40.1	54.97	5.6
4	Kab. Tulungagung	62.9	62.4	3.2	1.1	36.9	78.44	12.7	83.07	8.2
5	Kab. Blitar	1.02	2.15	2.5	1.9	43.05	68.04	35	10.31	6.9
6	Kab. Kediri	4.48	63.1	3.9	1.5	53.06	84.76	10.4	5.72	9.4
7	Kab. Malang	20.88	98.22	4.1	1.9	56.25	23.44	0	28.02	7.4
8	Kab. Lumajang	25.61	61.94	2.6	0.8	38.36	67.43	15.2	42.59	15.7
9	Kab. Jember	44.22	27.48	5.1	1.4	63.92	35.88	0	30	13.1
10	Kab. Banyuwangi	62.41	48.52	4.7	4.7	40.98	95.39	30.3	57.93	28.8
11	Kab. Bondowoso	17.07	48.52	2.6	0.9	19.07	42.14	0	54.69	11.8
12	Kab. Situbondo	17.1	67.03	1.8	1.8	17.14	54.01	14.7	37.25	47.1
13	Kab. Probolinggo	21.06	22.2	3.4	4.7	22.9	100	29.7	37.87	19.7
14	Kab. Pasuruan	15.73	0	3.4	2.2	41.98	12.94	28.5	37.09	19.5
15	Kab. Sidoarjo	46.18	82.94	2.7	6.1	59.81	63.58	6.5	67.95	19.8
16	Kab. Mojokerto	72.43	2.97	2.8	2.0	45.18	1.55	8	44.23	8.9

17	Kab. Jombang	21.46	65.82	3.5	7.3	51.42	52.84	39.6	70.84	3.9
18	Kab. Nganjuk	40.61	64.09	2.1	2.1	35.78	64.57	12.4	45.18	10.5
19	Kab. Madiun	42.21	70.85	2.7	1.1	46.05	85.9	26	67.48	21.7
20	Kab. Magetan	47.04	60.23	2.3	2.1	59.34	97.13	35.7	53.88	9.4
21	Kab. Ngawi	16.94	28.04	2.5	3.1	40.51	66.99	11.9	0	14.9
22	Kab. Bojonegoro	36.84	80.28	3.8	4.7	55.49	63.14	21.2	67.42	15.7
23	Kab. Tuban	61.61	56.56	3.4	2.5	58.84	45.94	0	66.87	22.5
24	Kab. Lamongan	71.01	79	3.4	4.6	59.27	68.95	7	51.7	11.2
25	Kab. Gresik	69.09	0	3.3	2.9	66.54	54.74	11.8	52.11	13.1
26	Kab. Bangkalan	45.27	64.53	2.3	13.2	56.69	43.73	47.5	61.95	7.8
27	Kab. Sampang	17.29	22.44	2.2	3.3	23.98	24.4	9.8	29.93	28.6
28	Kab. Pamekasan	31.19	44.57	2.1	1.4	21.13	67.13	0	61.93	15.8
29	Kab. Sumenep	3.56	56.49	3.1	0.0	55	100	61.8	60.73	34.7
30	Kota Kediri	10.39	77.03	0.9	0.4	52.49	82.19	57.2	40.75	9.3
31	Kota Blitar	20.49	76.34	0.3	0.9	38.65	21.01	25.3	23.3	6
32	Kota Malang	35.53	100	1.6	1.5	37.09	17.52	11.6	69.49	8.2
33	Kota Probolinggo	27.15	67.29	0.6	2.9	57.46	83.78	70.1	62.33	21.4
34	Kota Pasuruan	64.64	82.63	0.8	1.3	39.65	89.03	0	35.83	27.4

35	Kota Mojokerto	78.19	83.19	0.5	1.1	55.16	80.14	0	78.08	17.5
36	Kota Madiun	78.39	66.36	0.6	0.8	65.48	91.55	0	84.41	10
37	Kota Surabaya	81.03	89.26	6.5	5.6	67.32	100	37.9	55.01	41.6
38	Kota Batu	37.31	92.58	0.5	0.4	22.42	46.33	1	58.3	8.6

Keterangan :

Y : Jumlah penderita malaria

X<sub>1</sub> : Persentase rumah sehat

X<sub>2</sub> : Persentase rumah tangga dengan pengelolaan limbah sehat

X<sub>3</sub> : Persentase puskesmas

X<sub>4</sub> : Persentase pelayanan kesehatan

X<sub>5</sub> : Persentase rumah tangga dengan perilaku hidup bersih dan sehat X<sub>6</sub> :

X<sub>6</sub> : Persentase rumah tangga dengan sarana air bersih

X<sub>7</sub> : Persentase penderita dengan program ACT

X<sub>8</sub> : Persentase tempat umum dengan pengelolaan makanan sehat

X<sub>9</sub> : Persentase rumah tangga yang tinggal di daerah kumuh

#### LAMPIRAN 4. Koordinat Lintang dan Bujur

No.	Kabupaten/kota	U (Lintang)	V (Bujur)	No.	Kabupaten/Kota	U (Lintang)	V (Bujur)
1	Kab. Pacitan	7.36	111.53	20	Kab. Magetan	7.57	112.92
2	Kab. Ponorogo	7.24	111.26	21	Kab. Ngawi	7.32	112.13
3	Kab. Trenggalek	7.12	113.15	22	Kab. Bojonegoro	8.03	111.53
4	Kab. Tulungagung	7	113.51	23	Kab. Tuban	7.1	113.28
5	Kab. Blitar	8.02	111.42	24	Kab. Lamongan	8.1	114.21
6	Kab. Kediri	8.16	113.32	25	Kab. Gresik	7.47	112.03
7	Kab. Malang	7.47	112.74	26	Kab. Bangkalan	8.11	111.06
8	Kab. Lumajang	7.54	113.49	27	Kab. Sampang	6.52	112.01
9	Kab. Jember	7.59	112.37	28	Kab. Pamekasan	7.34	111.26
10	Kab. Banyuwangi	7.52	111.57	29	Kab. Sumenep	7.02	112.44
11	Kab. Bondowoso	8.03	112	30	Kota Kediri	7.58	112.38
12	Kab. Situbondo	7.09	112.24	31	Kota Blitar	8.04	112.09
13	Kab. Probolinggo	7.09	111.53	32	Kota Malang	7.38	112.54
14	Kab. Pasuruan	7.39	111.19	33	Kota Probolinggo	7.14	112.44
15	Kab. Sidoarjo	7.07	112.24	34	Kota Pasuruan	7.37	111.3
16	Kab. Mojokerto	7.27	112.42	35	Kota Mojokerto	7.28	112.25
17	Kab. Jombang	8.08	113.13	36	Kota Madiun	7.45	113.12
18	Kab. Nganjuk	7.32	112.28	37	Kota Surabaya	7.51	112.31
19	Kab. Madiun	7.43	113.56	38	Kota Batu	7.49	112

## LAMPIRAN 5. Matriks korelasi dan Nilai VIF variabel Prediktor

### Correlations: x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7, x8, x9

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8
x2	0.155 0.354							
x3	0.124 0.459	-0.217 0.190						
x4	0.151 0.364	0.015 0.930	0.314 0.055					
x5	0.394 0.014	0.133 0.426	0.291 0.076	0.276 0.093				
x6	0.180 0.280	0.190 0.253	0.076 0.649	-0.017 0.920	0.183 0.272			
x7	-0.344 0.035	-0.008 0.963	0.000 1.000	0.261 0.113	0.209 0.208	0.212 0.201		
x8	0.538 0.000	0.367 0.023	-0.092 0.582	0.124 0.460	0.150 0.368	0.224 0.176	-0.012 0.944	
x9	0.054 0.748	0.016 0.923	0.215 0.195	0.023 0.892	-0.069 0.680	0.319 0.051	0.091 0.585	0.011 0.947

### Regression Analysis: y versus x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7, x8, x9

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	19.81	29.21	0.68	0.503	
x1	0.7444	0.4225	1.76	0.089	2.497
x2	0.4521	0.2620	1.73	0.095	1.292
x3	20.252	5.583	3.63	0.001	1.421
x4	-6.143	2.955	-2.08	0.047	1.332
x5	-1.1027	0.5666	-1.95	0.062	1.724
x6	-0.3370	0.2624	-1.28	0.210	1.330
x7	1.0638	0.4299	2.47	0.020	1.793
x8	-0.2727	0.4115	-0.66	0.513	1.792
x9	-1.3757	0.6945	-1.98	0.058	1.246

## LAMPIRAN 6. Syntax Program R Jarak, Pembobot, Regresi Poisson, Regresi Binomial Negatif, Pengujian Spasial

### #REGRESI POISSON#

```
modelpoisson=glm(Y~ZX1+ZX2+ZX3+ZX4+ZX5+ZX6+ZX7+
ZX8+ZX9, family=poisson, data=data)
summary(modelpoisson)
```

### #REGRESI BINOMIAL NEGATIF#

```
library(MASS)
modelnegbin=glm(Y~ZX1+ZX2+ZX3+ZX4+ZX5+ZX6+ZX7+
ZX8+ZX9, family=negative.binomial(0.36909),
data=data)
summary(modelnegbin)
```

### #BPTES#

```
library(lmtest)
depen=lm(Y~ZX1+ZX2+ZX3+ZX4+ZX5+ZX6+ZX7+ZX8+ZX9
, data=data)
bptest(modelnegbin)
```

### #MORANS I#

```
library(ape)
tugas=as.matrix(read.csv("d:/pembobotB.csv", header=FALSE, sep=";"))
Moran.I(data$Y, tugas.dists.inv)
```

### library(spgwr)

```
bdwtBisquare=ggwr.sel(Y~ZX1+ZX2+ZX3+ZX4+ZX5+ZX6+ZX7+ZX8+ZX9, data=data, coords=cbind(data$U, data$V), adapt=TRUE, gweight=gwr.bisquare)
GRTGB=ggwr(Y~ZX1+ZX2+ZX3+ZX4+ZX5+ZX6+ZX7+ZX8+ZX9, data=data, coords=cbind(data$U, data$V), adapt=bdwtBisquare, gweight=gwr.bisquare)
GRTGB$bandwidth
```

### #JARAK#

```
u=data[,11]
```

```

u<-as.matrix(u)
i<-nrow(u)
v=data[,12]
v<-as.matrix(v)
j<-nrow(v)
library(fields)
jarak<-matrix(nrow=38,ncol=38)
for(i in 1:38)
for(j in 1:38){jarak[i,j]=sqrt((u[i,]-
u[j,])**2+(v[i,]-v[j,])**2)}
write.table(jarak,file="E:/jarakTA.csv",sep=";
")

```

#### #PEMBOBOT#

```

bdwtBisquare<- GRTGB$bandwidth
bdwtBisquare<- as.matrix(bdwtBisquare)
bdwtBisquare
i<-nrow(bdwtBisquare)
pembobotB<-matrix(nrow=38,ncol=38)
for(i in 1:38)
for(j in 1:38)
{pembobotB[i,j]=(1-
(jarak[i,j]/bdwtBisquare[i,])**2)**2
pembobotB[i,j]<-
ifelse(jarak[i,j]<bdwtBisquare[i,],pembobotB[i
,j],0)}
write.table(pembobotB,file="E:/pembobot.csv",s
ep=","")

```

### LAMPIRAN 7. Syntax Program R untuk Estimasi Parameter Model GWNBR

```

library(MASS)
games2=function(X,y,w1,phi1,b1){
beta=matrix(c(0),11,11,byrow=T)
beta[1,1]=phi1
beta[1,2:11]=c(b1)
for(i in 1:11){

```

```

satu<-rep(1,38)
satu<-as.matrix(satu)
b01<-rbind(c(phil,beta[i,2:11]))
Xb1<-as.matrix(X)%*%as.matrix(beta[i,2:11])
mul<-exp(Xb1)
delta11<-((log(1+phil*mul))-
           digamma(y+(1/phil))+digamma(1/phil))/ph
           i1^2)+((y-mul)/((1+phil*mul)*phil))
delta11<-as.matrix(delta11)
p11<-t(satu)%*%W1)%*%delta11
delta21<-(y-mul)/(1+phil*mul)
delta21<-as.matrix(delta21)
p21<-t(X)%*%as.matrix(W1)%*%delta21
p21<-as.matrix(p21)
gt1<-rbind(p11,p21)
delta31<-((trigamma(y+(1/phil)))-
           trigamma(1/phil))/phil^4)+((2*digamma(y
           +(1/phil))-2*digamma(1/phil))-
           2*log(1+phil*mul))/phil^3)+((2*mul)/(ph
           i1^2*(1+phil*mul)))+((y+(1/phil))*mul^
           2)/(1+phil*mul)^2)-(y/phil^2)
delta31<-as.matrix(delta31)
p31<-t(satu)%*%W1)%*%delta31
p31<-as.matrix(p31)
delta41<-mul*(mul-y)/(1+phil*mul)^2
delta41<-as.matrix(delta41)
p41<-t(X)%*%W1)%*%delta41
p41<-as.matrix(p41)
h11<-rbind(p31,p41)
delta51<-mul*(phil*y+1)/(1+phil*mul)^2
delta51<-t(delta51)
delta51<-c(delta51)
delta51<-as.matrix(diag(delta51))
p51<-
           t(X)%*%as.matrix(W1)%*%delta51)%*%
           as.matrix(X)
p51<--1*p51
p51<-as.matrix(p51)

```

```

h21<-rbind(t(p41),p51)
H1<-cbind(h11,h21)
HI1<-ginv(H1)
beta[i,]<-(t(b01)-HI1%*%gt1)
}
return(list(beta=beta,hessian=H1))
}
gwnbr1 <- function(x,y,W,teta){
beta <- ginv(t(x) %*% x) %*% t(x) %*% y
param      <-      matrix(c(0),nrow(x),ncol(x)+1,
                          byrow=T)
zhit <- matrix(c(0),nrow(x),ncol(x), byrow=T)
for(i in 1:38){
ww <- as.matrix(diag(W[i,]))
hit <- gemes2(x,y,ww,teta,beta)
param[i,] <- hit$beta[11,]
write.csv(hit$hessian,file=paste("hessian",i,"
                              .csv"))
invh <- -ginv(as.matrix(hit$hessian))
for(j in 1:ncol(x)){
zhit[i,j] <- param[i,j] / invh[j+1,j+1]
}
}
return(list(koefisien=param,Z_hitung=zhit))
}

data=read.csv("F://datastandar.csv",header=TRUE)
E)
bobot<-as.matrix(read.csv("E://pembobot.csv",
                          header=FALSE, sep=","))
xx=data[,1:9]
y=data[,10]
x=as.matrix(cbind(1,xx))
mod=gwnbr1(x,y,bobot, 0.3691)
mod$Z_hitung
mod$koefisien
write.table(mod$Z_hitung,file="E://z_hitungF.csv",
            sep=";")

```

```
write.table(mod$koefisien, file="E:/koefisienF.
           csv", sep=";")
```

## LAMPIRAN 8. Output Regresi Poisson

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-10.1114	-3.8668	-1.4843	0.5167	14.1908

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	2.67117	0.05203	51.338	< 2e-16	***
x1	0.46960	0.04948	9.491	< 2e-16	***
x2	0.38785	0.03646	10.636	< 2e-16	***
x3	1.35256	0.05565	24.303	< 2e-16	***
x4	-0.68543	0.05862	-11.693	< 2e-16	***
x5	-0.67620	0.05209	-12.983	< 2e-16	***
x6	-0.29295	0.03686	-7.947	1.91e-15	***
x7	0.81942	0.04100	19.986	< 2e-16	***
x8	-0.22647	0.05210	-4.347	1.38e-05	***
x9	-0.71882	0.04855	-14.805	< 2e-16	***

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.'  
0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be  
1)

Null deviance: 1966.04 on 37 degrees of freedom  
Residual deviance: 851.71 on 28 degrees of freedom  
AIC: 1006.8

Number of Fisher Scoring iterations: 6

## LAMPIRAN 9. Output Regresi Binomial Negatif

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.6395	-1.0663	-0.2961	0.2506	1.4751

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
(Intercept)	2.6516	0.2337	11.344	5.54e-12	***
x1	0.5703	0.3703	1.540	0.13477	
x2	0.3774	0.2668	1.415	0.16821	
x3	1.4727	0.2870	5.132	1.94e-05	***
x4	-0.4841	0.2724	-1.777	0.08641	.
x5	-0.5501	0.3112	-1.767	0.08806	.
x6	-0.1275	0.2709	-0.470	0.64168	
x7	0.8847	0.3165	2.795	0.00927	**
x8	-0.1453	0.3177	-0.457	0.65090	
x9	-0.7206	0.2717	-2.653	0.01301	*

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.'  
0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(0.3691)  
family taken to be 0.7225501)

Null deviance: 46.570 on 37 degrees of freedom

Residual deviance: 28.000 on 28 degrees of freedom

AIC: 305.03

Number of Fisher Scoring iterations: 25

## LAMPIRAN 10. Pengujian Spasial Morans I dan Breusch Pagan #Moran's I

```
Moran.I(data$Y, tugas)
```

```
$observed
```

```
[1] 0.01108971
```

```
$expected
```

```
[1] -0.02702703
```

```
$sd
```

```
[1] 0.01307728
```

```
$p.value
```

```
[1] 0.003559959
```

## #Breusch Pagan

```
studentized Breusch-Pagan test
```

```
data: depen
```

```
BP = 15,3929, df = 8, p-value = 0.08069
```

## LAMPIRAN 11. Matriks Pembobot Geografis

kab/kota	1	2	3	4	...	37	38
1	1	0.977506	0.425762	0.225871		0.843196	0.939328
2	0.981568	1	0.383925	0.208816		0.766216	0.874773
3	0.248112	0.108139	1	0.946832		0.704753	0.52838
4	0.193414	0.085129	0.960559	1		0.584973	0.424317
5	0.888264	0.843718	0.261518	0.093082		0.747895	0.847664
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
37	0.706152	0.493539	0.612977	0.324592		1	0.951751
38	0.911411	0.780966	0.521078	0.27007		0.963555	1

## LAMPIRAN 12. Koefisien Parameter GWNBR

Kab/ Kota	Teta	Beta 0	Beta 1	Beta 2	Beta 3	Beta 4	Beta 5	Beta 6	Beta 7	Brta 8	Beta 9
1	0.32312	2.56601	0.265	0.12957	1.0039	-0.169	-0.3764	-0.0548	0.5228	-0.1807	-0.6199
2	0.32267	2.55214	0.26152	0.12753	1.0188	-0.1608	-0.3708	-0.0575	0.5338	-0.1755	-0.6319
3	0.32795	2.66738	0.3769	0.24791	0.8682	-0.7049	-0.4347	0.06332	0.3962	-0.272	-0.3515
4	0.32726	2.68968	0.35843	0.25657	0.8455	-0.7126	-0.4172	0.05345	0.3872	-0.2476	-0.311
5	0.31985	2.52888	0.28714	0.11831	1.0277	-0.1185	-0.4188	-0.0858	0.5272	-0.2092	-0.6334
6	0.32328	2.78792	0.16676	0.17916	0.8115	-0.5532	-0.4616	-0.0591	0.1887	-0.0068	-0.1505
7	0.328	2.639	0.3828	0.21599	0.9123	-0.6261	-0.491	0.05913	0.3808	-0.2785	-0.4238
8	0.32589	2.73725	0.28329	0.22819	0.8238	-0.6431	-0.431	0.00882	0.3135	-0.1546	-0.2462
9	0.32644	2.6358	0.31824	0.15907	0.9301	-0.3322	-0.4341	-0.0119	0.4485	-0.233	-0.5274
10	0.32264	2.56387	0.26913	0.12766	1.0038	-0.1607	-0.3857	-0.0602	0.5202	-0.186	-0.6189
11	0.32157	2.58519	0.29639	0.12475	0.9712	-0.1487	-0.4363	-0.0774	0.4818	-0.2181	-0.5854
12	0.32749	2.617	0.30339	0.16403	0.9484	-0.337	-0.3855	0.00289	0.4876	-0.2257	-0.5545
13	0.32404	2.57279	0.26031	0.13371	1.0001	-0.1866	-0.3631	-0.0446	0.524	-0.1747	-0.6178
14	0.32198	2.54333	0.26479	0.12485	1.0255	-0.1497	-0.3783	-0.064	0.5362	-0.1796	-0.6363
15	0.32754	2.61639	0.30394	0.16468	0.9488	-0.3398	-0.3847	0.00396	0.4885	-0.2265	-0.5546
16	0.32792	2.61814	0.34549	0.18133	0.9388	-0.4352	-0.4255	0.02188	0.4669	-0.2671	-0.5208

17	0.32409	2.76296	0.19262	0.17674	0.8336	-0.5557	-0.4755	-0.0434	0.2035	-0.0324	-0.1976
18	0.327	2.62462	0.30524	0.16007	0.9414	-0.3238	-0.4016	-0.0053	0.4743	-0.2256	-0.547
19	0.32607	2.73103	0.29649	0.23566	0.8245	-0.6576	-0.4253	0.01669	0.3282	-0.171	-0.2542
20	0.32732	2.68386	0.33464	0.21409	0.8767	-0.6254	-0.4717	0.03585	0.3397	-0.2135	-0.3496
21	0.3261	2.61621	0.28472	0.1485	0.953	-0.2617	-0.3872	-0.0219	0.4864	-0.2039	-0.569
22	0.32005	2.5363	0.2885	0.11901	1.0198	-0.1208	-0.4214	-0.0852	0.5212	-0.211	-0.6271
23	0.32764	2.67896	0.3661	0.25027	0.8575	-0.7055	-0.4278	0.05762	0.3893	-0.2578	-0.332
24	0.32268	2.81435	0.17788	0.21226	0.7745	-0.579	-0.4279	-0.0575	0.2209	-0.0299	-0.1101
25	0.32492	2.60699	0.27829	0.13966	0.962	-0.2187	-0.3909	-0.0383	0.4904	-0.1966	-0.5807
26	0.3188	2.50297	0.2893	0.11502	1.0519	-0.1062	-0.4206	-0.0919	0.5425	-0.2114	-0.651
27	0.32761	2.60104	0.2828	0.16118	0.9685	-0.3117	-0.3494	0.00301	0.5135	-0.2034	-0.5812
28	0.32234	2.54903	0.26365	0.12624	1.0206	-0.1553	-0.3756	-0.0608	0.5337	-0.1783	-0.6329
29	0.32862	2.59945	0.36893	0.19668	0.9478	-0.5035	-0.42	0.04142	0.4847	-0.2963	-0.5185
30	0.32654	2.6356	0.32082	0.16078	0.9299	-0.3412	-0.4355	-0.0093	0.4478	-0.2354	-0.5254
31	0.3219	2.59747	0.30026	0.1264	0.9591	-0.1588	-0.4429	-0.0754	0.4698	-0.2207	-0.5733
32	0.32801	2.60786	0.38988	0.20126	0.9405	-0.5456	-0.4708	0.04471	0.4437	-0.3055	-0.4922
33	0.32835	2.60738	0.36121	0.19124	0.9437	-0.4806	-0.4247	0.03457	0.4757	-0.286	-0.5177
34	0.32235	2.55043	0.26438	0.1263	1.0189	-0.1554	-0.377	-0.061	0.5323	-0.1793	-0.6315

35	0.32696	2.62257	0.30068	0.15861	0.9441	-0.3144	-0.3957	-0.0067	0.4786	-0.2213	-0.5522
36	0.32717	2.69716	0.33002	0.22754	0.8566	-0.654	-0.4475	0.03575	0.3472	-0.2111	-0.3175
37	0.32644	2.63114	0.30726	0.15586	0.9354	-0.3092	-0.4176	-0.0145	0.4613	-0.2249	-0.5401
38	0.32467	2.60374	0.27712	0.13805	0.9651	-0.2107	-0.391	-0.0414	0.4925	-0.1953	-0.584

### LAMPIRAN 13. Nilai Z-hitung Pengujian Hipotesis Parsial GWNBR

Kab/Kota	Z hit 0	Z hit 1	Z hit 2	Z hit 3	Z Hit 4	Z hit 5	Z hit 6	Z hit 7	Z hit 8	Z hit 9
1	18.483	127.439	29.2086	6.6116	70.3038	-8.979	-25.66	-4.8977	21.886	-9.8832
2	17.1808	120.685	27.0658	6.0416	70.8326	-7.883	-24.01	-4.8563	20.994	-9.2069
3	13.8179	63.0449	22.3168	10.258	17.9912	-32.42	-18.75	3.2053	11.057	-10.496
4	12.3827	56.1821	18.2049	9.3116	16.2868	-28.68	-16.16	2.2853	9.7127	-8.6729
5	14.898	109.569	28.5214	4.9608	72.4229	-5.006	-25.27	-6.3565	18.497	-9.3882
6	9.18847	45.401	7.16006	4.7174	15.3113	-15.27	-14.62	-1.5057	4.0356	-0.1564
7	14.3903	66.459	26.1871	9.4825	19.3893	-30.31	-21.9	3.3028	11.208	-10.206
8	12.1712	56.793	14.5446	8.0382	17.4738	-24.6	-16.83	0.34	8.0898	-5.0687
9	18.1408	101.399	30.9278	8.2029	34.2162	-18.64	-25.08	-0.9146	17.117	-10.334
10	18.3045	127.262	29.9285	6.4749	71.6453	-8.446	-26.34	-5.3378	21.683	-10.013
11	15.768	106.927	29.7572	5.5194	56.7592	-6.805	-25.33	-5.6285	17.361	-8.9218
12	19.3882	110.419	30.2759	8.9707	37.1383	-20.14	-23.97	0.2644	19.427	-11.86

13	18.524	125.046	27.7828	6.8009	65.2586	-9.983	-24.17	-3.9762	21.71	-9.585
14	16.6287	118.691	27.1549	5.7465	72.9609	-7.074	-24.23	-5.272	20.604	-9.1983
15	19.3079	109.758	30.1402	8.9726	36.7543	-20.24	-23.81	0.3565	19.354	-11.876
16	18.1175	95.8053	31.7947	9.5849	28.2187	-25.25	-24.43	1.7535	17.105	-12.753
17	9.87179	47.8269	9.09044	5.014	16.4757	-16.82	-15.75	-1.2427	4.63	-0.7604
18	19.6324	112.266	31.4614	8.877	38.4045	-19.54	-25.33	-0.456	19.34	-11.609
19	12.13	56.2329	14.9638	8.2681	17.1019	-25.14	-16.47	0.6447	8.3583	-5.6598
20	13.8957	64.5968	21.3833	8.8749	19.7276	-28.61	-20.49	1.7698	9.9282	-7.5242
21	20.2515	122.921	31.2246	8.3705	48.1216	-15.9	-25.91	-2.0017	20.938	-11.076
22	15.1659	110.623	29.0586	5.0795	71.146	-5.215	-25.6	-6.3704	18.544	-9.4592
23	13.3616	60.8936	20.6028	9.9198	17.5463	-31.05	-17.86	2.7417	10.54	-9.6495
24	7.78049	38.2353	5.78909	4.651	12.0068	-13.02	-11.51	-1.1767	3.8889	-0.6296
25	20.0513	127.396	31.5314	7.768	56.0051	-12.95	-26.77	-3.5176	21.416	-10.649
26	13.0825	98.8203	25.9198	4.2513	71.6474	-3.906	-23.27	-6.1374	16.969	-8.7454
27	16.9373	99.4161	24.3016	7.5602	35.9482	-16.02	-19.12	0.2489	17.97	-9.8411
28	17.0831	120.84	27.4606	5.9596	72.2658	-7.561	-24.42	-5.1239	20.958	-9.3083
29	16.9676	86.7999	30.99	9.9227	23.9454	-27.95	-22.71	3.1795	16.229	-13.924
30	18.0792	100.382	30.9503	8.2798	33.4235	-19.14	-25.03	-0.714	16.994	-10.416

31	15.4537	102.162	29.2177	5.4765	51.5092	-7.159	-24.6	-5.2594	16.499	-8.4841
32	16.0955	79.259	31.5543	9.8061	21.8849	-29.24	-23.97	3.0962	14.402	-12.797
33	17.4909	90.3886	31.5867	9.8877	25.4627	-27.32	-23.61	2.7041	16.58	-13.564
34	17.2533	121.888	27.8255	6.0248	72.5101	-7.649	-24.72	-5.1805	21.093	-9.4186
35	19.8002	114.315	31.2851	8.8412	39.8379	-19.06	-25.26	-0.5858	19.713	-11.59
36	13.8134	63.995	19.9906	9.3094	19.2296	-29.5	-19.44	1.7058	9.9946	-7.7508
37	19.0917	109.524	31.4524	8.4051	38.3265	-18.09	-25.65	-1.2037	18.518	-10.833
38	19.9562	128.076	31.5252	7.6389	57.7839	-12.37	-26.88	-3.7953	21.51	-10.586

**LAMPIRAN 14**  
**SURAT PERNYATAAN DATA SEKUNDER**

**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertandatangan di bawah ini, mahasiswa Jurusan Statistika FMIPA ITS:

Nama: Nurina Hayu Ratri

NRP : 1311 100 057

menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir/~~Thesis~~ ini merupakan data sekunder yang diambil dari ~~penelitian/ buku~~ /~~Tugas Akhir/ Thesis~~/ publikasi lainnya yaitu:

Sumber : Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur

Keterangan : Data Profil Kesehatan Jawa Timur Tahun 2013 dan Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) Jawa Timur Tahun 2013

Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Mengetahui  
Pembimbing Tugas Akhir



(Dr. Purnadi, M.Sc)  
NIP. 19620204 198701 1 001

Surabaya, 8 Juli 2015



(Nurina Hayu Ratri)  
NRP. 1311 100 057

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BIODATA PENULIS



Nurina Hayu Ratri lahir di Blitar pada tanggal 9 September 1993. Penulis yang merupakan anak pertama dari tiga bersaudara oleh pasangan Achmad Konik dan Agit Paresti, sebelumnya menepuh jenjang pendidikan di SDN Babadan 1, SMPN 1 Wlingi dan SMA Negeri 1 Blitar. Setelah lulus SMA melanjutkan pendidikan perguruan tinggi di jurusan Statistika ITS melalui jalur masuk SNMPTN Undangan tahun 2011. Selama

masa perkuliahan penulis bergabung menjadi staff di Departemen Kesejahteraan Mahasiswa Himasta ITS periode 2012-2013. Selain itu penulis juga ikut serta dalam panitia kegiatan seperti OC Internal, sekretaris PRS, dan Pelepasan Wisuda jurusan Statistika ITS. Penulis juga berkesempatan memperoleh dana hibah PKM Penelitian oleh DIKTI pada tahun 2014 dan 2015. Untuk berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir silahkan menghubungi penulis melalui email [nurinaisme@gmail.com](mailto:nurinaisme@gmail.com)