ESTIMASI PARAMETER *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED ZERO INFLATED POISSON REGRESSION* (GWZIPR) DENGAN PEMBOBOT *FIXED BISQUARE KERNEL*

SKRIPSI

OLEH
ADELIANA
NIM. 13610049

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ESTIMASI PARAMETER *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED ZERO INFLATED POISSON REGRESSION* (GWZIPR) DENGAN PEMBOBOT *FIXED BISQUARE KERNEL*

SKRIPSI

Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Oleh
Adeliana
NIM. 13610049

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ESTIMASI PARAMETER *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED ZERO INFLATED POISSON REGRESSION* (GWZIPR) DENGAN PEMBOBOT *FIXED BISQUARE KERNEL*

SKRIPSI

Oleh
Adeliana
NIM. 13610049

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 4 Agustus 2017

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Dr. Sri Harini, M.Si	Mohammad Jamhuri, M.Si
NIP. 19731014 200112 2 002	NIP. 19810502 200501 1 004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ESTIMASI PARAMETER *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED ZERO INFLATED POISSON REGRESSION* (GWZIPR) DENGAN PEMBOBOT *FIXED BISQUARE KERNEL*

SKRIPSI

Oleh
Adeliana
NIM. 13610049

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Tanggal 12 September 2017

Penguji Utama	: Abdul Aziz, M.Si	.....
Ketua Penguji	: Hairur Rahman, M.Si	.....
Sekretaris Penguji	: Dr. Sri Harini, M.Si	.....
Anggota Penguji	: Mohammad Jamhuri, M.Si	.....

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Adeliana
NIM	:	13610049
Jurusan	:	Matematika
Fakultas	:	Sains dan Teknologi
Judul Skripsi	:	Estimasi Parameter *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR) dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel*

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 04 Agustus 2017
Yang membuat pernyataan,

METERAI TEMPEL
3AB67ADF867665916
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Adeliana
NIM. 13610049

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

MOTO

يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُوٓاْ إِذَا قِيلَ لَكُمۡ تَفَسَّحُواْ فِي ٱلۡمَجَٰلِسِ فَٱفۡسَحُواْ يَفۡسَحِ ٱللَّهُ لَكُمۡۖ
وَإِذَا قِيلَ ٱنشُزُواْ فَٱنشُزُواْ يَرۡفَعِ ٱللَّهُ ٱلَّذِينَ ءَامَنُواْ مِنكُمۡ وَٱلَّذِينَ أُوتُواْ ٱلۡعِلۡمَ دَرَجَٰتٖۚ
وَٱللَّهُ بِمَا تَعۡمَلُونَ خَبِيرٞ

"Hai orang-orang beriman apabila dikatakan kepadamu: "Berlapang-lapanglah dalam majlis", maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan: "Berdirilah kamu", maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan" (Qs. Al-Mujadilah/58:11).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Ibunda Aisyah dan ayahanda Umar tercinta yang senantiasa mendoakan, memberi semangat, hingga sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ibu dan Ayah yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Ayah bahagia.

Untuk adik-adikku tersayang Indah Permata Sari dan Iman Rizqy Adiwijaya yang selalu mendoakan.

Teman-teman seperjuangan di Jurusan Matematika

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah Swt atas rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang matematika di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad Saw yang telah membimbing umat manusia menuju jalan yang terang.

Proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapat banyak bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis memberikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Abd. Haris, M.Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus dosen pembimbing I yang selalu sabar memberikan bimbingan, arahan, dan berbagi ilmunya kepada penulis.
3. Dr. Usman Pagalay, M.Si, selaku ketua Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Mohammad Jamhuri, M.Si, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan berbagi ilmunya kepada penulis.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

5. Segenap sivitas akademika Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen, terima kasih atas ilmu dan bimbingannya.
6. Segenap keluarga terutama Ayah dan Ibu yang selalu memberikan doa, semangat, serta motivasi kepada penulis sampai saat ini.
7. Seluruh teman-teman di Jurusan Matematika angkatan 2013 yang telah banyak memberikan semangat, motivasi, dan arahan untuk mengerjakan skripsi secara baik dan cepat.
8. Seluruh pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik moril maupun materil.

Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca maupun bagi penulis.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, Agustus 2017

Penulis

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGAJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

HALAMAN MOTO

HALAMAN PERSEMBAHAN

KATA PENGANTAR viii

DAFTAR ISI x

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR LAMPIRAN xiii

DAFTAR SIMBOL xv

ABSTRAK xvi

ABSTRACT xvii

ملخص xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 5
1.5 Batasan Masalah 5
1.6 Sistematika Penulisan 6

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Regresi Poisson 7
2.2 Pengujian Multikolinearitas 8
2.3 Pengujian Heterogenitas Spasial 9
2.4 *Bandwidth* Optimum 10
2.5 Pembobotan Model GWR 10
2.6 Model *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR) 13
2.6.1 Pendugaan Parameter Model GWPR 15
2.6.2 Pengujian Parameter Model GWPR 18
2.7 Overdispersi 20

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.8 Regresi *Zero Inflated Poisson* 21
2.8.1 Estimasi Parameter Regresi *Zero Inflated Poisson* 23
2.8.2 Pengujian Parameter Model Regresi *Zero Inflated Poisson* 28
2.9 Tetanus Neonatorum (TN) 30
2.10 Kajian Al-Quran tentang Estimasi 31

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian 33
3.2 Sumber Data 33
3.3 Variabel Penelitian 33
3.4 Tahap Analisis Data 34
3.4.1 Estimasi Parameter Model GWZIPR 34
3.4.2 Aplikasi pada Data Jumlah Kasus Penyakit Tetanus Neonatorum Di Jawa Timur Tahun 2014 35

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Model *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR) 37
4.1.1 Pendugaan Parameter Model GWZIPR 39
4.1.2 Pengujian Parameter Model GWZIPR 59
4.2 Aplikasi pada Data Jumlah Kasus Penyakit Tetanus Neonatorum di Jawa Timur Tahun 2014 67
4.2.1 Deskripsi Jumlah Kasus Penyakit Tetanus Neonatorum di Jawa Timur 67
4.2.2 Uji Multikolinearitas 68
4.2.3 Uji Heterogenitas Spasial 69
4.2.4 *Bandwidth* Optimum 69
4.2.5 Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* 69
4.2.6 Overdispersi 70
4.2.7 Pemodelan *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR) 71
4.2.8 Pengujian Parameter secara Simultan Model GWZIPR ... 71
4.2.9 Pengujian Parameter secara Parsial Model GWZIPR 72
4.2.10 Pemodelan GWZIPR dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* 75
4.3 Kajian tentang Estimasi pada Surat Az-Zukhruf 79

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan 82
5.2 Saran 83

DAFTAR RUJUKAN 84

LAMPIRAN-LAMPIRAN

RIWAYAT HIDUP

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variabel Bebas 34

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Variabel 68

Tabel 4.2 Nilai VIF dari Variabel Prediktor 68

Tabel 4.3 Uji Overdispersi pada Model GWZIPR dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* 70

Tabel 4.4 Peubah yang Signifikan Di Jawa Timur dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* dengan Model GWZIPR 73

Tabel 4.5 Pengujian Parameter Model GWZIPR Di Kota Kediri dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* untuk Model Log 75

Tabel 4.6 Pengujian Parameter Model GWZIPR Di Kota Kediri dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* untuk Model Logit 76

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data 86

Lampiran 2. Koordinat Kabupaten/Kota Di Jawa Timur dalam Meter 88

Lampiran 3. Nilai Statistika Deskriptif pada Variabel Y 89

Lampiran 4. Nilai Statistika Deskriptif pada Variabel X_1 89

Lampiran 5. Nilai Statistika Deskriptif pada Variabel X_2 89

Lampiran 6. Nilai Statistika Deskriptif pada Variabel X_3 89

Lampiran 7. Nilai Statistika Deskriptif pada Variabel X_4 89

Lampiran 8. Hasil Uji Multikolinearitas 90

Lampiran 9. Hasil Uji Heterogenitas Spasial 90

Lampiran 10. *Bandwidth* di Keseluruhan Kabupaten/Kota dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* 92

Lampiran 11. *Output* Jarak *Euclidean* Antar Kabupaten/Kota dalam Meter 96

Lampiran 12. *Output* Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* 97

Lampiran 13. *Output* Penduga Parameter Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* Model GWZIPR 98

Lampiran 14. *Output* Hasil Statistik Uji W Penduga Parameter Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* Model GWZIPR 99

Lampiran 15. *Output* Hasil Nilai Parameter Awal β dan γ 100

Lampiran 16. Peubah yang Signifikan Di Jawa Timur dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* dengan Model GWZIPR 101

Lampiran 17. *Syntax* dengan *Software* SAS Model GWZIPR 114

Lampiran 18. *Syntax* dengan *Software* R Model GWZIPR 115

Lampiran 19. Peta Hasil Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* Model Log 118

Lampiran 20. Peta Hasil Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* Model Logit 118

Lampiran 21. Pemetaan Jumlah Kasus Penyakit Tetanus Neonatorum di Jawa Timur Tahun 2014 119

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 22. Model GWZIPR Jumlah Kasus Penyakit Tetanus Neonatorum Setiap Kabupaten/Kota di Jawa Timur Tahun 2014 berdasarkan Variabel yang Signifikan untuk Model Log 120

Lampiran 23. Model GWZIPR Jumlah Kasus Penyakit Tetanus Neonatorum Setiap Kabupaten/Kota di Jawa Timur Tahun 2014 berdasarkan Variabel yang Signifikan untuk Model Logit 122

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR SIMBOL

Simbol-simbol yang digunakan dalam skripsi ini mempunyai makna sebagai berikut:

i : $1,2,\dots,n$; n = banyaknya lokasi pengamatan

k : $1,2,\dots,p$; p = banyaknya variabel independen

y_i : variabel dependen pada lokasi pengamatan ke-i

μ_i : rata-rata variabel dependen pada lokasi pengamatan ke-i yang merupakan ekspektasi dari Y dimana $Y \sim Poisson\ (\mu)$

x_i : vektor variabel independen pada lokasi pengamatan ke-i

β : vektor parameter regresi Poisson berukuran $(k+1) \times 1$

$\boldsymbol{Z}$: matriks berdimensi $n \times (k+1)$ yang berisi variabel independen yang telah distandarisasikan untuk setiap pengamatan

σ^2 : ragam residual (e_i) dari model regresi Poisson

e_i : residual untuk pengamatan ke-i dari model regresi Poisson

$\hat{y}_{\neq i}$: nilai penduga lokasi pengamatan ke-i yang diperoleh tanpa melibatkan lokasi pengamatan ke-i

h : nilai *bandwidth*

(u_i, v_i) : koordinat lintang dan bujur dari titik ke-i pada suatu lokasi pengamatan berdasarkan *Universal Transverse Mercator* (UTM)

$\beta_0(u_i, v_i)$: koefisien intersep model GWPR

$\beta_k(u_i, v_i)$: parameter regresi ke-k pada lokasi pengamatan ke-i

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRAK

Adeliana. 2017. **Estimasi Parameter *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* Dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel*.** Skripsi. Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Sri Harini, M.Si (II) Mohammad Jamhuri, M.Si.

Kata Kunci : *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression*, *Maximum Likelihood Estimation*, Tetanus.

Regresi Poisson merupakan suatu bentuk analisis regresi yang digunakan untuk memodelkan data yang berbentuk *count* (jumlah). Metode regresi poisson mensyaratkan adanya equidispersi yaitu kondisi dimana nilai *mean* dan *varians* dari variabel respon bernilai sama. Namun adakalanya terjadi fenomena overdispersi dalam data yang dimodelkan dengan distribusi poisson. Overdispersi berarti data memiliki *varians* yang lebih besar daripada *mean*. Overdispersi menunjukkan bahwa terdapat heterogenitas populasi. Akibatnya estimasi parameter pada data dengan kondisi yang demikian menjadi tidak tepat. Salah satu metode untuk mengatasi overdispersi adalah dengan model *Zero Inflated Poisson Regression*. Kemudian pengembangan dari regresi ZIP yang telah memperhitungkan faktor spasial disebut *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR). Penaksiran parameter model GWZIPR dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dan diselesaikan menggunakan algoritma Ekspektasi-Maksimalisasi (EM). Pembobot fungsi yang digunakan adalah *fixed bisquare kernel*. Penelitian ini menunjukkan bahwa penyakit Tetanus Neonatorum di seluruh kabupaten/kota di provinsi Jawa Timur paling banyak dipengaruhi oleh empat faktor yang signifikan yaitu cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil, ibu bersalin ditolong tenaga kesehatan, cakupan kunjungan neonatal lengkap terhadap jumlah bayi, dan penanganan komplikasi neonatal terhadap jumlah ibu hamil.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRACT

Adeliana. 2017. **Estimation Parameters Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression with Fixed Bisquare Kernel.** Thesis. Department of Mathematics, Faculty of Sains and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Advisors: (I) Dr. Sri Harini, M.Si (II) Mohammad Jamhuri, M.Si.

Keywords : *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression, Maximum Likelihood Estimation,* Tetanus.

Poisson regression is a form of regression analysis used to model data in the form of count (amount). Poisson regression method requires existence of equidispersion that is condition where the mean value equals the variance of response variable. But sometimes there is an overdispersion phenomenon in the data modeled with the poisson distribution. Overdispersion means that data has a variance greater than the mean. Overdispersion shows that there is a population heterogeneity. Consequently, the estimation of the parameters on the data under such conditions becomes imprecise. One method to overcome the overdispersion is the Zero Inflated Poisson (ZIP) Regression model. Then the development of the ZIP regression that has taken into account the spatial factor is called Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression (GWZIPR). The parameter estimation of the GWZIPR model is carried out by the Maximum Likelihood Estimation (MLE) method and completed using the Expectation-Maximization (EM) algorithm. Weighting function used is fixed bisquare kernel. This study shows that Tetanus Neonatorum disease in all districts/cities in East Java province is mostly influenced by four significant factors, namely TT2+ immunization coverage on the number of pregnant women, maternity assisted by health personnel, coverage of complete neonatal visit to infant number, and complication management neonatal to the number of pregnant women.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ملخص

ادلينا.٢٠١٧. **تقدير معلمات** *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* **مع** ***Fixed Bisquare Kernel*** **المرجحة**. بحث جامي .شعبة الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج . المستشارون: (١) سري هاريني (٢) محمد جمهوري

كلمات البحث: *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression*، *Maximum Likelihood Estimation*، الكزاز

الانحدار بواسون هو شكل من أشكال تحليل الانحدار المستخدمة لنمذجة البيانات في شكل العد (المبلغ). يتطلب طريقة الانحدار بواسون وجود *equidispersion* وهذا هو الشرط حيث يكون *mean* و*variance* الاستجابة متساوية. ولكن في بعض الأحيان هناك ظاهرة الإفراط في البيانات على غرار مع توزيع بواسون. يعني *overdispersion* أن البيانات لديها تباين أكبر من المتوسط. ويوضح الإفراط في التجانس أن هناك عدم تجانس سكاني. وبالتالي، يصبح تقدير المعلمات على البيانات في ظل هذه الظروف غير دقيق. طريقة واحدة للتغلب عليها هو نموذج *Zero Inflated Poisson (ZIP)*. ثم يسمى تطوير الانحدار ZIP التي أخذت في الاعتبار العامل المكاني ويسمى *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR). ويتم تقدير المعلمة لنموذج GWZIPR بواسطة طريقة *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) واستكمالها باستخدام خوارزمية *Expectation-Maximization* (EM). دالة الترجيح المستخدمة هي *Fixed Bisquare Kernel*. وتبين هذه الدراسة أن مرض الكزاز الوليدي في جميع المقاطعات / المدن في اقليم جاوة الشرقية الأكثر تضررا من أربعة العوامل الهامة التي التحصين من TT2+ لعدد من النساء الحوامل، ساعدت الأمومة العاملين في المجال الصحي، وتغطية زيارة حديثي الولادة كاملة لعدد من الأطفال، وعلاج المضاعفات حديثي الولادة لعدد من النساء الحوامل.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Analisis regresi merupakan metode statistika yang populer untuk mengkaji hubungan antara variabel respon (Y) dengan variabel prediktor (X). Ada beberapa macam analisis regresi. Analisis regresi linier adalah analisis regresi yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel respon dan prediktor yang berskala interval dan rasio serta berdistribusi normal, sedangkan regresi Poisson merupakan salah satu analisis regresi yang dapat menggambarkan hubungan antara variabel respon (Y) dimana variabel respon berdistribusi Poisson dengan variabel prediktor (X). Model regresi Poisson merupakan model standar untuk data diskrit dan termasuk model dalam model regresi linear (Cameron dan Trivedi, 1998). Model Poisson banyak digunakan dalam berbagai bidang termasuk kesehatan masyarakat, epidemiologi, sosiologi, psikologi, teknik, pertanian, dan lainnya.

Khoshgoftaar, Gao, Szabo (2004) dalam Andres (2011) menyatakan bahwa metode regresi Poisson mensyaratkan adanya equidispersi yaitu kondisi dimana nilai *mean* dan *variance* dari variabel respon bernilai sama. Namun adakalanya terjadi fenomena overdispersi dalam data yang dimodelkan dengan distribusi Poisson. Overdispersi berarti data memiliki *variance* yang lebih besar daripada *mean*. Overdispersi menunjukkan bahwa terdapat heterogenitas populasi atau dengan kata lain populasi terdiri dari berbagai sub populasi, dimana sub

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

populasi tersebut tidak terobservasi dalam sampel. Akibatnya estimasi parameter pada data dengan kondisi yang demikian menjadi tidak tepat.

Jansakul et al (2001) dalam Andres (2011) menyatakan bahwa salah satu penyebab terjadinya overdispersi adalah lebih banyak observasi yang bernilai nol. Dalam regresi Poisson, banyaknya nilai nol pada hasil observasi akan melampui nilai prediksi (terjadi inflasi). Untuk mengatasi hal ini maka banyak metode yang dikembangkan. Salah satu metode untuk menganalisa observasi dengan nilai nol yang lebih banyak adalah dengan model *Zero Inflated Poisson Regression*.

Metode *Zero Inflated Poisson Regression* (ZIP) banyak diterapkan untuk berbagai bidang, misalnya dalam hal peramalan. Model regresi ZIP yang dikenalkan oleh Lambert lebih tepat diaplikasikan daripada regresi Poisson untuk data yang mengandung lebih banyak kejadian 0. Lambert (1992) menjelaskan bahwa ZIP adalah model campuran untuk data diskrit dengan banyak peristiwa yang bernilai 0. Pada model regresi ZIP terdapat beberapa parameter yang dapat diestimasi dengan berbagai macam metode. Salah satu metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Metode ini biasanya digunakan untuk menaksir parameter suatu model yang diketahui fungsi densitasnya.

Estimasi adalah suatu metode yang mana dapat memperkirakan nilai dari suatu populasi dengan menggunakan nilai dari sampel. Ayat al-Quran yang menjelaskan tentang estimasi pada surat az-Zukhruf ayat 20 sebagai berikut:

وَقَالُوا۟ لَوْ شَآءَ ٱلرَّحْمَٰنُ مَا عَبَدْنَٰهُم ۗ مَّا لَهُم بِذَٰلِكَ مِنْ عِلْمٍ ۖ إِنْ هُمْ إِلَّا يَخْرُصُونَ ٢٠

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Artinya: "Dan mereka berkata: "Jikalau Allah Yang Maha Pemurah menghendaki tentulah kami tidak menyembah mereka (malaikat)". Mereka tidak mempunyai pengetahuan sedikitpun tentang itu, mereka tidak lain hanyalah menduga-duga belaka." (Q.S Az-Zukhruf/89:20).

Ayat tersebut menjelaskan tentang mereka ketika menyembah para malaikat berhujjah dengan kehendak Allah, hujjah yang senantiasa dipakai orang-orang musyrik, hujjah yang batil dengan sendirinya secara akal maupun syara. Semua orang yang berakal tidak akan menerima berhujjah dengan qadar, dan jika tetap dilakukannya, maka pendiriannya tidak akan teguh karena Allah Swt telah memberikan kekuasaan kepada mereka untuk memilih jalan yang benar dan jalan yang salah, dan Allah telah menegakkan hujjah dengan mengutus Rasul-Nya untuk menerangkan jalan yang benar, tetapi mereka malah memilih jalan yang salah dengan kesadaran mereka. Adapun secara syara adalah karena Allah Swt membatalkan berhujjah dengannya, Allah telah menegakkan hujjah sehingga tidak ada hujjah bagi seorang pun terhadapnya. Oleh karena itu Allah berfirman, mereka tidak mempunyai ilmu tentang itu. Tidak lain mereka hanyalah menduga-duga belaka. Dari ayat tersebut merupakan suatu contoh tentang estimasi.

Data yang diambil dari beberapa lokasi pengamatan mempengaruhi pendugaan parameter sehingga digunakan model *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR) yang merupakan pengembangan model regresi ZIP dengan memperhatikan faktor geografis.

Pendugaan parameter model GWZIPR memerlukan matriks pembobot, yaitu pemberian pembobot pada data sesuai dengan kedekatan lokasi pengamatan ke-j dengan lokasi pengamatan ke-i. Tujuan pemberian pembobot adalah untuk memberikan pendugaan parameter yang berbeda-beda pada lokasi pengamatan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Matriks pembobot dibentuk dari fungsi pembobot, dimana fungsi pembobot dipengaruhi oleh *bandwidth*. Fungsi pembobot yang digunakan dalam penelitian ini adalah *fixed bisquare kernel*.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis mengangkat judul penelitian "Estimasi Parameter *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR) dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel*".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana estimasi parameter *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR) dengan pembobot *fixed bisquare kernel*?
2. Bagaimana model *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR) pada data jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum di Jawa Timur tahun 2014 dengan pembobot *fixed bisquare kernel*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui estimasi parameter *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR) dengan pembobot *fixed bisquare kernel*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2. Untuk mengetahui model *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR) pada jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum di Jawa Timur tahun 2014 dengan pembobot *fixed bisquare kernel*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dapat memahami tentang estimasi parameter *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR) dengan pembobot *fixed bisquare kernel*.
2. Dapat memahami tentang model *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR) yang diaplikasikan pada jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum di Jawa Timur tahun 2014 dengan pembobot *fixed bisquare kernel*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Jarak yang digunakan dalam penentuan pembobot adalah jarak *euclidean*.
2. Penentuan *bandwidth* optimum menggunakan *Cross Validation* (CV).
3. Pembobot yang digunakan dalam pendugaan parameter adalah *fixed bisquare kernel*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4. Estimasi *Maximum Likelihood* yang digunakan adalah metode Newton-Raphson.
5. Pengujian signifikansi secara parsial menggunakan uji *Wald*.
6. Pemodelan dicontohkan pada salah satu kabupaten/kota di Jawa Timur yaitu kota Kediri.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini, peneliti menggunakan sistematika penulisan yang terdiri dari lima bab, dan masing-masing bab dibagi dalam subbab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II Kajian Pustaka

Meliputi teori-teori yang berhubungan dengan pembahasan antara lain regresi Poisson, pengujian multikolinearitas, pengujian heterogenitas spasial, *bandwidth* optimum, pembobotan model GWR, model GWPR, overdispersi, regresi ZIP, tetanus neonatorum, dan kajian al-Quran tentang estimasi.

BAB III Metode Penelitian

Meliputi pendekatan penelitian, sumber data, variabel penelitian, dan tahap analisis data.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB IV Pembahasan

Meliputi model GWZIPR, aplikasi pada data jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum di Jawa Timur Tahun 2014, dan kajian tentang estimasi pada surat Az-Zukhruf.

BAB V Penutup

Meliputi kesimpulan dan saran.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Regresi Poisson

Regresi Poisson merupakan suatu bentuk analisis regresi yang digunakan untuk memodelkan data yang berbentuk *count* (jumlah), misalnya data tersebut dilambangkan dengan Y yaitu banyaknya kejadian yang terjadi dalam suatu periode waktu dan/atau wilayah tertentu. Regresi Poisson mengasumsikan bahwa variabel random Y berdistribusi Poisson. Suatu variabel random Y didefinisikan mempunyai distribusi Poisson jika densitas (fungsi peluangnya) diberikan sebagai berikut (Mood, Graybill & Boes, 1974):

$$f_Y(y) = f_Y(y;\mu) \begin{cases} \dfrac{\mu^y e^{-\mu}}{y!} & y = 0,1,2,\ldots \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases} \tag{2.1}$$

dengan parameter $\mu > 0$.

Model regresi Poisson menurut Myers (1990) adalah $y_i = \mu_i + \varepsilon_i$. Model regresi Poisson merupakan *Generalized Linier Model* dengan fungsi penghubung g dimana $g = \sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k$. Rata-rata Poisson merupakan nilai non negatif maka dari itu digunakan fungsi log sebagai penghubung sebagai berikut:

$$g = \ln(\mu_i) = \sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Sehingga model regresi Poisson adalah

$$\ln\left(\mu_i\right) = \beta_0 + x_{i1}\beta_1 + x_{i2}\beta_2 + \ldots + x_{ip}\beta_p$$

$$\mu_i = \exp\left(\boldsymbol{x}_i\boldsymbol{\beta}\right) \tag{2.2}$$

dimana:

i : $1, 2, \ldots, n$; n = banyaknya lokasi pengamatan

k : $1, 2, \ldots, p$; p = banyaknya variabel independen

y_i : variabel dependen pada lokasi pengamatan ke-i

μ_i : rata-rata variabel dependen pada lokasi pengamatan ke-i yang merupakan ekspektasi dari Y dimana $Y \sim$poisson (μ)

x_i : vektor variabel independen pada lokasi pengamatan ke-i

β : vektor parameter regresi Poisson berukuran $(k+1)\times 1$

2.2 Pengujian Multikolinearitas

Pengujian multikolinearitas bertujuan untuk apakah model regresi ditemukan adanya korelasi antara variabel bebas. Cara untuk uji multikolinearitas dengan melihat nilai *variance inflation factor* (VIF). Bila VIF lebih dari 10 maka terjadi multikolinearitas, begitu pula sebaliknya jika VIF di bawah 10 maka hal tersebut tidak terjadi (Agung, 2012).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.3 Pengujian Heterogenitas Spasial

Pengujian heterogenitas spasial digunakan untuk melihat karakteristik di suatu lokasi pengamatan. Pengaruh yang terjadi akibat adanya heterogenitas spasial adalah adanya parameter regresi yang berbeda-beda secara spasial. Uji heterogenitas spasial dapat diuji dengan menggunakan statistik uji Breusch Pagan dengan perumusan hipotesis sebagai berikut (Anselin, 1988):

$H_0 : \sigma^2(u_i, v_i) = ... = \sigma^2(u_n, v_n) = \sigma^2$ (variansi antar lokasi sama)

H_1 : paling sedikit terdapat satu $\sigma^2(u_i, v_i) \neq \sigma^2$ (variansi antar lokasi berbeda)

dengan statistik uji Breusch-Pagan (BP) sebagai berikut:

$$BP = \left(\frac{1}{2}\right) \boldsymbol{f}^T \boldsymbol{Z}(\boldsymbol{Z}^T\boldsymbol{Z})^{-1}\boldsymbol{Z}^T\boldsymbol{f} \sim \chi^2_{(k)} \tag{2.3}$$

dengan vektor $\boldsymbol{f}$ berukuran $n \times 1$ adalah

$$\boldsymbol{f} = \left[\left(\frac{e_1^{\,2}}{\sigma^2}\right) - 1, ..., \left(\frac{e_n^{\,2}}{\sigma^2}\right) - 1\right]^T$$

dimana:

i : $1, 2, ..., n$; n = banyaknya lokasi pengamatan

k : banyaknya variabel independen

$\boldsymbol{Z}$: matriks berdimensi $n \times (k+1)$ yang berisi variabel independen yang telah distandarisasikan untuk setiap pengamatan

σ^2 : ragam residual (e_i) dari model regresi Poisson

e_i : residual untuk pengamatan ke-i dari model regresi Poisson

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Kriteria penolakan: Tolak H_0 jika nilai $\mathrm{BP} > \chi^2_{(\alpha;k)}$ yang artinya adalah variansi antar lokasi berbeda.

2.4 *Bandwidth* Optimum

Salah satu metode untuk menentukan *bandwidth* optimum adalah validasi silang atau *cross validation* (CV). *Bandwidth* optimum adalah *bandwidth* yang menghasilkan nilai CV minimum, metode CV dituliskan dengan persamaan sebagai berikut (Hasriana dkk. 2006):

$$\mathrm{CV}(h) = \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \hat{y}_{\neq i}(h) \right)^2 \tag{2.4}$$

dimana :

i : $1, 2, \ldots, n$; n = banyaknya lokasi pengamatan

y_i : variabel dependen pada lokasi pengamatan ke-i

$\hat{y}_{\neq i}$: nilai penduga lokasi pengamatan ke-i yang diperoleh tanpa melibatkan lokasi pengamatan ke-i

2.5 Pembobotan Model GWR

Pembobot digunakan untuk memberikan penekanan yang berbeda untuk observasi yang berbeda dalam menghasilkan penduga parameter. Menurut Leung, Mei dan Zhang (2000) penduga parameter di suatu lokasi ke-i akan lebih dipengaruhi oleh titik-titik yang dekat dengan lokasi tersebut daripada titik-titik

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

yang lebih jauh. Lokasi yang berdekatan menunjukkan hubungan kemiripan dan sebaliknya lokasi yang berjauhan akan menunjukkan keragaman spasial. Keragaman spasial antara lokasi pengamatan satu dengan yang lainnya ditunjukkan dengan adanya matriks pembobot $\boldsymbol{W}(\boldsymbol{u}_i,\boldsymbol{v}_i)$ berukuran $n \times n$.

Sebelum matriks pembobot $\boldsymbol{W}(\boldsymbol{u}_i,\boldsymbol{v}_i)$ ditentukan, perlu terlebih dahulu menentukan d_{ij} yang merupakan jarak lokasi (u_i,v_i) dengan lokasi (u_j,v_j) menggunakan jarak *Euclidean* yaitu (Chasco et al, 2007):

$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \tag{2.5}$$

Menurut Chasco et al (2007), fungsi *kernel* merupakan fungsi pembobot yang digunakan untuk mengestimasi parameter dalam model GWR jika fungsi jarak (w_{ij}) adalah fungsi yang kontinu dan monoton turun. Data yang jaraknya lebih dekat terhadap titik regresi i akan memperoleh bobot yang lebih dari data yang jaraknya lebih jauh. Fischer dan Getis (2009) menyatakan bahwa pembobot *kernel* memiliki dua tipe umum yaitu:

a. *Fixed Kernel*

Metode *fixed kernel* memungkinkan nilai *bandwidth* optimum untuk setiap lokasi adalah sama atau konstan. Jika titik-titik data tersebut beraturan pada wilayah penelitian maka penggunaan metode *fixed* akan cocok untuk pemodelan (Fotheringham, dkk, 2002). Masalah utama dari metode *fixed kernel* adalah ketika data dalam wilayah penelitian bersifat jarang (terkelompok atau tidak tersebar

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

secara teratur atau merata), metode ini akan menghasilkan *varians* yang besar. Adapun jenis fungsi pembobot *fixed kernel* yang digunakan yaitu:

1. *Fixed Gaussian Kernel*

$$W_j\left(u_i, v_i\right) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^2\right) \tag{2.6}$$

2. *Fixed Bisquare Kernel*

$$W_j\left(u_i, v_i\right) = \begin{cases} \left(1-\left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^2\right)^2, \text{untuk } d_{ij} \le h \\ 0, \text{untuk } d_{ij} > h \end{cases} \tag{2.7}$$

b. *Adaptive Kernel*

Menurut Fotheringham, dkk (2002), penggunaan metode *adaptive kernel* sangat cocok apabila suatu pengamatan tersebar dengan pola tidak beraturan dan berkelompok. Metode *adaptive kernel* memungkinkan untuk mendapatkan nilai *bandwidth* yang berbeda untuk setiap titik pengamatan. Hal ini dikarenakan metode *adaptive kernel* dapat menyesuaikan dengan kondisi titik pengamatan. Bila titik pengamatan tersebar di sekitar pengamatan lokasi ke-*i* yang diperoleh relatif lebih kecil. Adapun jenis fungsi pembobot *adaptive kernel* yang digunakan yaitu:

1. *Adaptive Gaussian Kernel*

$$W_j\left(u_i, v_i\right) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^2\right) \tag{2.8}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2. *Adaptive Bisquare Kernel*

$$W_j\left(u_i, v_i\right) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^2\right)^2, \text{untuk } d_{ij} \le h \\ 0, \text{untuk } d_{ij} > h \end{cases} \tag{2.9}$$

dimana h adalah nilai *bandwidth*. Menurut Purhadi (2012), nilai *bandwidth* yang cukup besar akan menyebabkan bias yang semakin besar karena model yang dibentuk terlalu halus (*oversmoothing*) karena banyaknya pengamatan yang digunakan.

2.6 Model *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR)

GWPR merupakan suatu metode statistika yang sebenarnya pengembangan dari regresi Poisson namun yang membedakan adalah dalam metode ini memperhatikan pembobot berupa letak lintang dan letak bujur dari titik-titik pengamatan yang diamati dan disimbolkan $\left(u_i, v_i\right)$. Model GWPR menghasilkan penaksir parameter model yang bersifat lokal untuk setiap titik pengamatan (Fotheringham, dkk, 2002). Berikut ini adalah model GWPR dimana u_i sebagai koordinat lintang dan v_i sebagai koordinat bujur yang digunakan sebagai pembobot penaksiran parameter nantinya.

Dengan mengasumsikan model GWPR berdistribusi Poisson didapat model GWPR sebagai berikut:

$$y_i \sim \text{poisson}(\mu_i)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Model regresi GWPR adalah:

$$\hat{\mu}_i = \exp\left(\beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^{p} x_{ik}\beta_0(u_i, v_i)\right)$$

$$\hat{\mu}_i = \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k(u_i, v_i)\right)$$

$$\hat{\mu}_i = \exp\left(\boldsymbol{x}_i\boldsymbol{\beta}(\boldsymbol{u}_i, \boldsymbol{v}_i)\right) \tag{2.10}$$

dimana:

i : $1, 2, \ldots, n$; n = banyaknya lokasi pengamatan

k : $1, 2, \ldots, p$; p = banyaknya variabel independen

(u_i, v_i) : koordinat lintang dan bujur dari titik ke-i pada suatu lokasi pengamatan berdasarkan *Universal Transverse Mercator* (UTM)

$\beta_0(u_i, v_i)$: koefisien intersep model GWPR

$\beta_k(u_i, v_i)$: parameter regresi ke-k pada lokasi pengamatan ke-i

x_{ik} : nilai variabel independen ke-k pada setiap lokasi pengamatan ke-i

y_i : nilai variabel dependen ke-i

$\hat{\mu}_i$: penduga rata-rata variabel dependen pada lokasi pengamatan ke-i

$$\boldsymbol{\beta}(\boldsymbol{u}_i, \boldsymbol{v}_i) = \left(\beta_0(u_i, v_i), \beta_1(u_i, v_i), \ldots, \beta_p(u_i, v_i)\right)^T$$

$$\boldsymbol{x}_i = \begin{pmatrix} 1 & x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ip} \end{pmatrix}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.6.1 Pendugaan Parameter Model GWPR

Penaksiran parameter model GWPR dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Pada langkah awal membentuk fungsi *likelihood*.

$$L\left(\beta\left(u_i,v_i\right)\right)=\prod_{i=1}^{n}\frac{e^{-\mu_i}\mu_i^{y_i}}{y_i!} \tag{2.11}$$

Setelah didapatkan fungsi *likelihood* model GWPR kemudian dicari fungsi *ln-likelihood*:

$$\begin{aligned}\ln\left(L\left(\beta\left(u_i,v_i\right)\right)\right)&=\ln\left(\prod_{i=1}^{n}\frac{e^{-\mu_i}\mu_i^{y_i}}{y_i!}\right)\\&=\sum_{i=1}^{n}\ln\left(\frac{e^{-\mu_i}\mu_i^{y_i}}{y_i!}\right)\\&=\sum_{i=1}^{n}\left(\ln\left(e^{-\mu_i}\right)+\ln\left(\mu_i^{y_i}\right)-\ln\left(y_i!\right)\right)\\&=\sum_{i=1}^{n}\left(-\mu_i+y_i\ln\left(\mu_i\right)-\ln\left(y_i!\right)\right)\end{aligned} \tag{2.12}$$

Substitusikan persamaan (2.10) ke dalam (2.12) yaitu:

$$\begin{aligned}&\ln\left(L\left(\beta\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\\&=\sum_{i=1}^{n}\left(-\exp\left(\boldsymbol{x_i\beta}\left(\boldsymbol{u_i},\boldsymbol{v_i}\right)\right)+y_i\ln\left(\exp\left(\boldsymbol{x_i\beta}\left(\boldsymbol{u_i},\boldsymbol{v_i}\right)\right)\right)-\ln\left(y_i!\right)\right)\\&=-\sum_{i=1}^{n}\exp\left(\boldsymbol{x_i\beta}\left(\boldsymbol{u_i},\boldsymbol{v_i}\right)\right)+\sum_{i=1}^{n}y_i\ln\left(\exp\left(\boldsymbol{x_i\beta}\left(\boldsymbol{u_i},\boldsymbol{v_i}\right)\right)\right)-\sum_{i=1}^{n}\ln\left(y_i!\right)\end{aligned}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$= -\sum_{i=1}^{n} \exp\left(\boldsymbol{x_i\beta}\left(\boldsymbol{u_i},\boldsymbol{v_i}\right)\right) + \sum_{i=1}^{n}\left(\boldsymbol{x_i\beta}\left(\boldsymbol{u_i},\boldsymbol{v_i}\right)\right) y_i - \sum_{i=1}^{n} \ln\left(y_i!\right) \tag{2.13}$$

Pada model GWPR faktor yang diperhatikan sebagai pembobot adalah faktor geografis dari tiap titik-titik pengamatan (daerah). Tentunya setiap daerah memiliki faktor geografis yang berbeda-beda sehingga hal ini menunjukkan bahwa setiap daerah memiliki sifat lokal pada model GWPR. Jadi, bentuk fungsi *ln-likelihood* dengan pembobot geografis sebagai berikut:

$$\ln L^*\left(\beta\left(u_i,v_i\right)\right) = -\sum_{i=1}^{n} w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\exp\left(\boldsymbol{x_i\beta}\left(\boldsymbol{u_i},\boldsymbol{v_i}\right)\right) + \sum_{i=1}^{n} w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\left(\boldsymbol{x_i\beta}\left(\boldsymbol{u_i},\boldsymbol{v_i}\right)\right) y_i - \sum_{i=1}^{n} w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\ln\left(y_i!\right) \tag{2.14}$$

Untuk mendapatkan taksiran parameter, menurunkan fungsi *ln-likelihood* model GWPR dengan pembobot geografis pada persamaan (2.14) diturunkan terhadap $\beta^T\left(u_i,v_i\right)$ dan disamadengankan nol.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L^*\left(\beta\left(u_i,v_i\right)\right)}{\partial \beta^T\left(u_i,v_i\right)} &= -\sum_{i=1}^{n} x_i^T w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\exp\left(\boldsymbol{x_i\beta}\left(\boldsymbol{u_i},\boldsymbol{v_i}\right)\right) + \sum_{i=1}^{n} x_i^T w_{ij}\left(u_i,v_i\right) y_i \\ 0 &= -\sum_{i=1}^{n} x_i^T w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\exp\left(\boldsymbol{x_i\beta}\left(\boldsymbol{u_i},\boldsymbol{v_i}\right)\right) + \sum_{i=1}^{n} x_i^T w_{ij}\left(u_i,v_i\right) y_i \end{aligned} \tag{2.15}$$

Persamaan (2.15) adalah hasil yang implisit. Sehingga untuk mendapatkan hasil yang eksplisit diselesaikan dengan menggunakan metode Newton-Raphson sebagai berikut (Agresti, 2002):

1. Menentukan nilai taksiran awal $\hat{\beta}_{(0)}$. Penentuan nilai awal ini biasanya diperoleh dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS) yaitu:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)} = \left(\boldsymbol{X}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{X}\right)^{-1}\boldsymbol{X}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{Y} \tag{2.16}$$

dengan $\boldsymbol{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix}$ dan $\boldsymbol{Y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$

2. Membentuk vektor gradien $\boldsymbol{g}_{(m)}\left(\hat{\beta}_{(m)}\left(u_i, v_i\right)\right)$

$$\boldsymbol{g}_{(m)}\left(\hat{\beta}_{(m)}\left(u_i, v_i\right)\right) = \begin{pmatrix} \dfrac{\partial \ln L^*\left(\beta\left(u_i, v_i\right)\right)}{\partial \beta_0\left(u_i, v_i\right)} & \dfrac{\partial \ln L^*\left(\beta\left(u_i, v_i\right)\right)}{\partial \beta_1\left(u_i, v_i\right)} & \cdots & \dfrac{\partial \ln L^*\left(\beta\left(u_i, v_i\right)\right)}{\partial \beta_p\left(u_i, v_i\right)} \end{pmatrix}^T$$

$k = 1, 2, \ldots, p$; $p =$ banyaknya variabel independen

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

$$\boldsymbol{H}_{(m)}\left(\hat{\beta}_{(m)}\left(u_i, v_i\right)\right) = \begin{pmatrix} \dfrac{\partial^2 \ln L^*\left(\beta\left(u_i, v_i\right)\right)}{\partial \beta_0^2\left(u_i, v_i\right)} & \dfrac{\partial^2 \ln L^*\left(\beta\left(u_i, v_i\right)\right)}{\partial \beta_0\left(u_i, v_i\right)\partial \beta_1\left(u_i, v_i\right)} & \cdots & \dfrac{\partial^2 \ln L^*\left(\beta\left(u_i, v_i\right)\right)}{\partial \beta_0\left(u_i, v_i\right)\partial \beta_p\left(u_i, v_i\right)} \\ \dfrac{\partial^2 \ln L^*\left(\beta\left(u_i, v_i\right)\right)}{\partial \beta_0\left(u_i, v_i\right)\partial \beta_1\left(u_i, v_i\right)} & \dfrac{\partial^2 \ln L^*\left(\beta\left(u_i, v_i\right)\right)}{\partial \beta_1^2\left(u_i, v_i\right)} & \cdots & \dfrac{\partial^2 \ln L^*\left(\beta\left(u_i, v_i\right)\right)}{\partial \beta_1\left(u_i, v_i\right)\partial \beta_p\left(u_i, v_i\right)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \dfrac{\partial^2 \ln L^*\left(\beta\left(u_i, v_i\right)\right)}{\partial \beta_0\left(u_i, v_i\right)\partial \beta_p\left(u_i, v_i\right)} & \dfrac{\partial^2 \ln L^*\left(\beta\left(u_i, v_i\right)\right)}{\partial \beta_1\left(u_i, v_i\right)\partial \beta_p\left(u_i, v_i\right)} & \cdots & \dfrac{\partial^2 \ln L^*\left(\beta\left(u_i, v_i\right)\right)}{\partial \beta_p^2\left(u_i, v_i\right)} \end{pmatrix}$$

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

5. Mulai dari $t = 0$ dilakukan iterasi pada persamaan:

$$\hat{\beta}_{(m+1)}\left(u_i, v_i\right) = \hat{\beta}_{(m)}\left(u_i, v_i\right) - \left(H_{(m)}\hat{\beta}_{(m)}\left(u_i, v_i\right)\right)^{-1} g_{(m)}\hat{\beta}_{(m)}\left(u_i, v_i\right) \tag{2.17}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

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

dimana:

$$g_{(m)}\left(\hat{\beta}_{(m)}\left(u_i,v_i\right)\right)=\frac{\partial \ln L^*\left(\beta\left(u_i,v_i\right)\right)}{\partial \beta^T\left(u_i,v_i\right)} \text{ pada persamaan (2.15)}$$

$$\begin{aligned} H_{(m)}\left(\hat{\beta}_{(m)}\left(u_i,v_i\right)\right) &= \frac{\partial^2 \ln L^*\left(\beta\left(u_i,v_i\right)\right)}{\partial \beta\left(u_i,v_i\right)\partial \beta^T\left(u_i,v_i\right)} \\ &= -\sum_{i=1}^{n} x_i^T w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\exp\left(\boldsymbol{x_i\beta}\left(\boldsymbol{u_i},\boldsymbol{v_i}\right)\right)x_i \end{aligned} \tag{2.18}$$

6. Jika belum diperoleh penaksir parameter yang konvergen, maka dilanjutkan kembali langkah e hingga iterasi ke-$t+1$. Iterasi berhenti pada keadaan konvergen yaitu jika $\left\|\hat{\beta}_{(m+1)}-\hat{\beta}_{(m)}\right\|\le\varepsilon$ dimana ε merupakan nilai *error* terkecil atau mendekati nol. Hasil penaksiran yang diperoleh adalah $\hat{\beta}_{(m+1)}$ pada iterasi terakhir.

2.6.2 Pengujian Parameter Model GWPR

Uji hipotesis yang pertama dilakukan adalah pengujian model secara serentak untuk menguji signifikansi dari faktor geografis. Bentuk hipotesisnya adalah:

$$H_0 : \beta_k\left(u_i,v_i\right)=0 \;;\; i=1,2,\ldots,n \;;\; k=1,2,\ldots,p$$
$$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \beta_k\left(u_i,v_i\right)\neq 0 \;;\; k=1,2,\ldots,p$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$G = -2\ln\left[L\left(\frac{\hat{\omega}}{\hat{\Omega}}\right)\right] = 2\left[\ln L\left(\hat{\Omega}\right) - \ln L\left(\hat{\omega}\right)\right] \sim \chi^2_{n-(k+1)} \tag{2.19}$$

dimana:

G : nilai *devians* model GWPR

$L\left(\hat{\omega}\right) = \prod_{i=1}^{n} \frac{e^{-\hat{\mu}_i}\hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}$ dengan $\hat{\mu}_i = \exp\left(\hat{\beta}_0\left(u_i, v_i\right)\right)$; $L\left(\hat{\omega}\right)$ yaitu nilai *likelihood* untuk model sederhana tanpa melibatkan variabel prediktor

$L\left(\hat{\Omega}\right) = \prod_{i=1}^{n} \frac{e^{-\hat{\mu}_i}\hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}$ dengan $\hat{\mu}_i = \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)$; $L\left(\hat{\Omega}\right)$ yaitu nilai *likelihood* untuk model lengkap dengan melibatkan variabel prediktor

Kriteria keputusan tolak H_0 jika $G > \chi^2_{\alpha,n-(k+1)}$ yang artinya paling tidak terdapat salah satu parameter model GWPR signifikan.

Uji hipotesis yang kedua adalah pengujian parameter model secara parsial. Pengujian ini untuk mengetahui parameter mana saja yang signifikan mempengaruhi variabel responnya. Bentuk hipotesis pengujian parameter model secara parsial adalah:

$H_0 : \beta_k\left(u_i, v_i\right) = 0$; $i = 1, 2, \ldots, n$; $k = 1, 2, \ldots, p$
$H_1 :$ paling tidak ada satu $\beta_k\left(u_i, v_i\right) \neq 0$; $k = 1, 2, \ldots, p$

Statistik uji *Wald* $\left(W\right)$:

$$W = \frac{\hat{\beta}_k(u_i,v_i)}{se\left(\hat{\beta}_k(u_i,v_i)\right)} \sim Z_{(0,1)} \tag{2.20}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Statistik uji W mengikuti distribusi normal baku. Kriteria keputusan tolak H_0 jika statistik uji $W > Z_{\alpha/2}$ yang artinya parameter ke- j pada lokasi ke-i pada garis lintang dan bujur (u_i, v_i) berpengaruh signifikan terhadap model.

2.7 Overdispersi

Khoshgoftaar, Gao, Szabo (2004) dalam Andres (2011) menyatakan bahwa metode regresi Poisson mensyaratkan adanya equidispersi yaitu kondisi dimana nilai *mean* dan variansi dari variabel respon bernilai sama. Namun, adakalanya terjadi fenomena overdispersi dalam data yang dimodelkan dengan distribusi Poisson. Overdispersi berarti variansi lebih besar daripada *mean*. Hal ini mengindikasikan bahwa model regresi Poisson tidak cocok untuk data tersebut.

Fenomena overdispersi dapat ditulis:

$$\mathrm{Var}(Y) > E(Y) \tag{2.21}$$

Taksiran dispersi dapat diukur dengan nilai *deviance* dan *pearson chi-square*. Data dikatakan *overdispersion* jika taksiran dispersi lebih besar dari satu dan *underdispersion* jika taksiran dispersi kurang dari satu (Khoshgoftaar, et al. , 2004).

Terdapat dua cara yang dapat digunakan untuk mendeteksi overdispersi yaitu:

1. *Deviance*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$\Phi_1 = \frac{D^2}{db} \; ; D^2 = 2\sum_{i=1}^{n}\left(y_i \ln\left(\frac{y_i}{\mu_i}\right)\right) \tag{2.22}$$

dimana $db = n - p$ dengan p merupakan banyaknya parameter termasuk konstanta, n merupakan banyaknya pengamatan dan D^2 adalah nilai *deviance* (Hilbe, 2011).

2. *Pearson chi-square*

   Untuk menguji asumsi equidispersi pada regresi Poisson dilakukan dengan melihat nilai statistik *pearson chi-square* yang dibagi dengan derajat bebasnya.

$$\Phi_2 = \frac{\chi^2}{db} \; ; \chi^2 = \sum_{i=1}^{n}\frac{(y_i - \mu_i)}{\mathrm{var}(y_i)} \tag{2.23}$$

   dimana $db = n - p$ dengan p merupakan banyak parameter termasuk konstanta, n merupakan banyaknya pengamatan dan χ^2 adalah nilai *pearson chi-square*.

Jika nilai Φ_1 dan Φ_2 bernilai lebih dari satu maka terjadi overdispersi pada data.

2.8 Regresi *Zero Inflated Poisson*

Salah satu penyebab terjadinya overdispersi adalah lebih banyak observasi bernilai nol daripada yang ditaksir untuk model regresi Poisson. Salah satu metode analisis yang diusulkan untuk lebih banyak observasi bernilai nol daripada yang ditaksir adalah model regresi *Zero Inflated* Poisson (ZIP) (Jansakul et al, 2001).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Jika y_i adalah variabel random independen yang mempunyai distribusi ZIP nilai nol pada observasi diduga muncul dalam dua cara yang sesuai untuk keadaan (*state*) yang terpisah. Keadaan pertama disebut *zero state* terjadi dengan probabilitas ω_i dan menghasilkan hanya observasi bernilai nol, sementara keadaan kedua disebut Poisson *state* terjadi dengan probabilitas $(1-\omega_i)$ dan berdistribusi Poisson dengan *mean* μ_i (Jansakul et al, 2001).

Untuk setiap pengamatan Y_i yang saling bebas $i = 1, 2, ..., n$ dan

$$Y_i \sim \begin{cases} 0 & \text{dengan peluang } \omega_i \\ \text{poisson}(\mu_{i,}) & \text{dengan peluang } (1-\omega_i) \end{cases} \tag{2.24}$$

maka:

$$P(Y_i = y_i) = \begin{cases} \omega_i + (1-\omega_i)e^{-\mu_i}, y_i = 0 \\ (1-\omega_i)\dfrac{e^{-\mu_i}\mu_i^{y_i}}{y_i!}, y_i = 1, 2, ...; 0 \le \omega_i \le 1 \end{cases} \tag{2.25}$$

Lambert (1992) menyarankan model gabungan untuk μ dan ω yaitu:

$$\ln(\mu_i) = \boldsymbol{X_i^T \beta} \text{ dan } \text{logit}(\omega) = \ln\left(\frac{\omega_i}{1-\omega_i}\right) = \boldsymbol{X_i^T \gamma} \tag{2.26}$$

dimana $\boldsymbol{X_i^T}$ adalah matriks variabel prediktor, β dan γ adalah vektor parameter yang akan ditaksir, dan ω adalah probabilitas observasi benilai nol.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.8.1 Estimasi Parameter Regresi *Zero Inflated Poisson*

Estimasi parameter regresi ZIP dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Metode ini biasanya digunakan untuk menaksir parameter suatu model yang diketahui fungsi densitasnya. Berdasarkan persamaan (2.26) didapat:

$$\mu_i = \exp\left(x_i^T \beta\right), \omega = \frac{\exp\left(x_i^T \gamma\right)}{1+\exp\left(x_i^T \gamma\right)} \text{ dan } \left(1-\omega_i\right) = \frac{1}{1+\exp\left(x_i^T \gamma\right)} \tag{2.27}$$

Selanjutnya persamaan (2.27) disubstitusikan ke persamaan (2.25) didapat:

$$P\left(Y = y_i\right) = \begin{cases} \dfrac{\exp\left(x_i^T \gamma\right) + \left(\exp\left(-\exp\left(x_i^T \beta\right)\right)\right)}{1+\exp\left(x_i^T \gamma\right)}, y_i = 0 \\ \dfrac{\dfrac{1}{1+\exp\left(x_i^T \gamma\right)}\left(\exp\left(-\exp\left(x_i^T \beta\right)\right)\right)\left(\exp\left(x_i^T \beta\right)\right)^{y_i}}{y_i!}, y_i > 0 \end{cases} \tag{2.28}$$

Jika n buah pengamatan diasumsikan saling bebas, maka fungsi *likelihood* diperoleh dengan mengalikan semua fungsi probabilitas dari Y_i yaitu:

$$L\left(\beta, \gamma \middle| y_i\right) = \begin{cases} \displaystyle\prod_{i=1}^{n} \frac{\exp\left(x_i^T \gamma\right) + \left(\exp\left(-\exp\left(x_i^T \beta\right)\right)\right)}{1+\exp\left(x_i^T \gamma\right)}, y_i = 0 \\ \dfrac{\displaystyle\prod_{i=1}^{n} \dfrac{1}{1+\exp\left(x_i^T \gamma\right)}\left(\exp\left(-\exp\left(x_i^T \beta\right)\right)\right)\left(\exp\left(x_i^T \beta\right)\right)^{y_i}}{\displaystyle\prod_{i=1}^{n} y_i!}, y_i > 0 \end{cases} \tag{2.29}$$

Dibentuk fungsi *ln-likelihood* sebagai berikut:

1. Untuk $y_i = 0$, fungsi $\ln L\left(\beta, \gamma \middle| y_i\right)$ yakni:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$l\left(\beta,\gamma|y_i\right)=\ln L\left(\beta,\gamma|y_i\right)$$
$$=\sum_{i=1}^{n}\ln\left(\exp\left(x_i^T\gamma\right)+\left(\exp\left(-\exp\left(x_i^T\beta\right)\right)\right)\right)-\sum_{i=1}^{n}\ln\left(1+\exp\left(x_i^T\gamma\right)\right) \quad (2.30)$$

2. Untuk $y_i>0$, fungsi $\ln L\left(\beta,\gamma|y_i\right)$ yakni:

$$l\left(\beta,\gamma|y_i\right)=\ln L\left(\beta,\gamma|y_i\right)$$
$$=\sum_{i=1}^{n}\left(y_i x_i^T\beta-\exp\left(x_i^T\beta\right)\right)-\sum_{i=1}^{n}\ln\left(1+\exp\left(x_i^T\gamma\right)\right)-\sum_{i=1}^{n}\ln\left(y_i!\right) \quad (2.31)$$

Penjumlahan fungsi *ln-likelihood* pada persamaan (2.30) dan (2.31) akan menyulitkan perhitungan karena tidak diketahui nilai nol mana yang berasal *zero state* dan mana yang berasal dari Poisson *state* sehingga fungsi *ln-likelihood* ini tidak dapat diselesaikan dengan metode numerik biasa. Oleh karena itu, persamaan (2.30) dan (2.31) disebut juga *incomplete data likelihood*.

Untuk memaksimalkan fungsi *ln-likelihood* (2.30) dan (2.31) digunakan algoritma EM (*Expectation Maximization*) yang merupakan salah satu metode optimasi yang banyak digunakan sebagai alternatif dalam memaksimumkan fungsi *likelihood* yang mengandung data hilang (Hall dan Shen, 2009). Algoritma ini pertama kali diperkenalkan oleh Dempster, Laird, dan Rubin (1977).

Misalkan setiap variabel Y_i berkaitan dengan variabel indikator Z_i yaitu:

$$Z_i=\begin{cases}1, \text{ jika } y_i \text{ berasal dari } \textit{zero state}\\ 0, \text{ jika } y_i \text{ berasal dari } \textit{poisson state}\end{cases} \quad (2.32)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Permasalahannya adalah jika nilai variabel respon $y_i = 1, 2, 3, ..., n$ maka nilai $z_i = 1$ sedangkan jika nilai variabel respon $y_i = 0$ maka nilai z_i mungkin 0 mungkin juga 1. Oleh karena itu, nilai z_i dianggap hilang sebagian.

Untuk mengatasi hal ini maka estimasi parameter akan dilakukan dengan algoritma EM. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Penentuan Distribusi Tunggal

   Menentukan distribusi dari variabel Z_i:

   Berdasarkan persamaan (2.24) dan (2.32), maka:

   $$P(Z_i = 1) = \omega_i$$

   $$P(Z_i = 0) = P(Y_i \sim \text{poisson}(\mu)) = 1 - \omega_i$$

   Sehingga $Z_i \sim \text{Binomial}(1, \omega_i), E(Z_i) = \omega_i, Var(Z_i) = \omega_i(1 - \omega_i)$

2. Distribusi Gabungan

   Membentuk distribusi gabungan antara y_i dan z_i yaitu

$$\begin{aligned} f(y_i, z_i | \omega_i, \mu_i) &= f(z_i) f(y_i | z_i) \\ &= f(z_i | 1, \omega_i) f(y_i | z_i, \mu_i) \\ &= (1 - \omega_i)^{(1-z_i)} (\omega_i)^{(z_i)} \left(\frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \right)^{(1-z_i)} \end{aligned} \tag{2.33}$$

   Kemudian substitusikan persamaan (2.26) ke persamaan (2.33) hingga didapat persamaan *ln-likelihood*:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$\ln L\left(\beta,\gamma|y,z\right)=\sum_{i=1}^{n}\left(z_i x_i^T\gamma-\ln\left(1+\exp\left(x_i^T\gamma\right)\right)\right)+$$

$$\sum_{i=1}^{n}(1-z_i)\left(y_i x_i^T\beta-\exp\left(x_i^T\beta\right)\right)-\sum_{i=1}^{n}(1-z_i)\ln\left(y_i!\right) \qquad (2.34)$$

Persamaan (2.34) biasa disebut *complete data likelihood*. Persamaan ini yang akan dimaksimumkan menggunakan algoritma EM, dimana parameter β dan γ dapat diestimasi secara terpisah, dengan menuliskan persamaan (2.34) menjadi:

$$\ln L\left(\beta,\gamma,y,z\right)=\ln L\left(\beta,y,z\right)+\ln L\left(\gamma,y,z\right)-\sum_{i=1}^{n}(1-z_i)\ln\left(y_i!\right)$$

dengan

$$\ln L\left(\gamma,y,z\right)=\sum_{i=1}^{n}\left(z_i x_i^T\gamma-\ln\left(1+\exp\left(x_i^T\gamma\right)\right)\right) \qquad (2.35)$$

dan

$$\ln L\left(\beta,y,z\right)=\sum_{i=1}^{n}(1-z_i)\left(y_i x_i^T\beta-\exp\left(x_i^T\beta\right)\right) \qquad (2.36)$$

Sedangkan $\sum_{i=1}^{n}(1-z_i)\ln\left(y_i!\right)$ dapat diabaikan karena tidak mengandung vektor parameter β dan γ.

3. Tahap Ekspektasi

Mengganti variabel z_i dengan $z_i^{(m)}$ yang merupakan ekspektasi dari z_i

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$
\begin{aligned}
z_i^{(m)} &= E\left(z_i \middle| y_i, \gamma^{(m)}, \beta^{(m)}\right) \\
&= P\left(z_i = 1 \middle| y_i, \gamma^{(m)}, \beta^{(m)}\right) \\
&= \begin{cases} P\left(z_i = 1 \middle| y_i = 0, \gamma^{(m)}, \beta^{(m)}\right) & \text{jika } y_i = 0 \\ 0 & \text{jika } y_i = 0 \end{cases}
\end{aligned}
$$

$$
P\left(z_i = 1 \middle| y_i = 0, \gamma^{(m)}, \beta^{(m)}\right) = \frac{1}{1 + \exp\left(-x_i^T \gamma^{(m)} - \exp\left(x_i^T \beta^{(m)}\right)\right)}
$$

Sehingga persamaan (2.35) dan (2.36) menjadi

$$
\ln L\left(\gamma^{(m)}, y, z^{(m)}\right) = \sum_{i=1}^{n}\left(z_i^{(m)} x_i^T \gamma^{(m)} - \ln\left(1 + \exp\left(x_i^T \gamma^{(m)}\right)\right)\right) \tag{2.37}
$$

$$
\ln L\left(\beta^{(m)}, y, z^{(m)}\right) = \sum_{i=1}^{n}\left(1 - z_i^{(m)}\right)\left(y_i x_i^T \beta^{(m)} - \exp\left(x_i^T \beta^{(m)}\right)\right) \tag{2.38}
$$

4. Tahap Estimasi

Memaksimalkan β dan γ pada persamaan (2.37) dan (2.38) dengan menghitung $\beta^{(m)}$ dan $\gamma^{(m)}$ dengan metode Newton-Raphson.

Misalkan $\beta^{(m-1)}$ dan $\gamma^{(m-1)}$ adalah aproksimasi metode maksimum *likelihood* untuk mengestimasi $\hat{\beta}$ dan $\hat{\gamma}$. Dengan menggunakan metode Newton Raphson maka:

$$
\beta^{(m)} = \beta^{(m-1)} - \left(H^{(m-1)}\right)^{-1} U^{(m-1)} \tag{2.39}
$$

dan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$\gamma^{(m)} = \gamma^{(m-1)} - \left(H^{(m-1)}\right)^{-1} U^{(m-1)} \tag{2.40}$$

untuk $m = 1, 2, ..., n$ dimana $\beta^{(0)}$ dan $\gamma^{(0)}$ adalah nilai awal, H adalah turunan kedua dari $\ln L\left(\beta^{(m)}, y, z^{(m)}\right)$ dan $\ln L\left(\gamma^{(m)}, y, z^{(m)}\right)$, U adalah turunan pertama dari $\ln L\left(\beta^{(m)}, y, z^{(m)}\right)$ dan $\ln L\left(\gamma^{(m)}, y, z^{(m)}\right)$.

5. Pengulangan Tahap ke-3 dan ke-4

Tahap ke-3 dan ke-4 ini dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh penaksir parameter yang konvergen

$\left(\left|\beta^{(m)} - \beta^{(m+1)}\right| \le \varepsilon \text{ dan } \left|\gamma^{(m)} - \gamma^{(m+1)}\right| \le \varepsilon, \text{ biasanya } \varepsilon = 10^{-5}\right)$.

2.8.2 Pengujian Parameter Model Regresi Zero-Inflated Poisson

1. Pengujian kesesuaian model regresi ZIP

Pengujian kesesuaian model regresi ZIP adalah dengan menggunakan LR (*Likelihood Ratio*) *test*. Hipotesis untuk pengujian kesesuaian model adalah sebagai berikut:

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_p = \gamma_1 = \gamma_2 = ... = \gamma_p = 0$
$H_1 :$ paling sedikit ada satu $\beta_k \ne 0$ atau $\gamma_k \ne 0$, dengan $k = 1, 2, ..., p$

Statistik uji yang digunakan yaitu uji rasio *likelihood* (deviansi). Dimana nilai deviansi dibentuk dari parameter model penuh $\left(\Omega = (\beta, \gamma)\right)$ dan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

model intersep $\left(\omega=\left(\beta_0,\gamma_0\right)\right)$. Deviansi terbentuk dari dua ln *likelihood* dari $L\left(\hat{\Omega}\right)$ dan $L\left(\hat{\omega}\right)$ yakni:

$$G=-2\ln\left(\frac{L\left(\hat{\omega}\right)}{L\left(\hat{\Omega}\right)}\right)\sim\chi^2_{n-(k+1)}$$

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

$$=\left(-2\left(\sum_{i=1}^{n}\left(1-z_i^{(m)}\right)\left(y_i\hat{\beta}_0-\exp\hat{\beta}_0\right)+\sum_{i=1}^{n}\left(z_i^{(m)}\hat{\gamma}_0-\ln\left(1+\exp\hat{\gamma}_0\right)\right)\right)\right)+$$

$$\left(2\left(\sum_{i=1}^{n}\left(1-z_i^{(m)}\right)\left(x_i\hat{\beta}y_i-\exp\left(x_i\hat{\beta}\right)\right)+\sum_{i=1}^{n}\left(z_i^{(m)}x_i\hat{\gamma}-\ln\left(1+\exp\left(x_i\hat{\gamma}\right)\right)\right)\right)\right) \quad (2.41)$$

G berdistribusi khi-kuadrat dengan derajat bebas $\left(n-\left(k+1\right)\right)$ di mana n adalah banyak populasi dan k adalah banyak prediktor. Tolak H_0 jika nilai $G>\chi^2_{\left(n-(k+1)\right),\alpha}$.

2. Pengujian Parsial Parameter model regresi ZIP

Pengujian parsial bertujuan untuk mengetahui signifikansi masing-masing parameter β dan masing-masing parameter γ di setiap lokasi pengamatan. Berikut pengujian parsial pada parameter β dan γ:

a. Pengujian Parsial Parameter β

$H_0:\beta_k=0$
$H_1:\beta_k\neq 0\ ;k=1,2,\ldots,p$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Pengujian parsial terhadap parameter β menggunakan statistik uji Wald (W) yaitu:

$$W = \frac{\hat{\beta}}{se\hat{\beta}} \sim Z_{(0,1)} \tag{2.42}$$

Kriteria keputusan tolak H_0 jika $W > Z_{\alpha/2}$.

b. Pengujian Parsial Parameter γ

Pengujian parsial terhadap parameter γ menggunakan statistik uji W dengan hipotesis:

$H_0: \gamma_k = 0$

$H_1: \gamma_k \neq 0 \; ; k = 1,2 \ldots, p$

Statistik uji:

$$W = \frac{\hat{\beta}}{se\hat{\beta}} \sim Z_{(0,1)} \tag{2.43}$$

Kriteria keputusan tolak H_0 jika $W > Z_{\alpha/2}$.

2.9 Tetanus Neonatorum (TN)

Tetanus Neonatorum (TN) adalah penyakit yang disebabkan *Clostridium Tetani* pada bayi (umur < 28 hari) yang dapat menyebabkan kematian. Biasanya toksin dihasilkan oleh bentuk vegetatif organisme tersebut pada tempat terjadinya perlukaan selanjutnya diangkut serta difiksasi di dalam susunan syaraf pusat.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tetanus ini biasanya akut dan menimbulkan *paralitik spastic* yang disebabkan tetanospasmin. Spora dari kuman *Clostridium Tetani* masuk melalui pintu masuk satu-satunya ke tubuh bayi baru lahir yaitu tali pusat. Peristiwa tersebut dapat terjadi pada saat pemotongan tali pusat bayi ketika bayi lahir (Ratih, 2015). Penanganan tetanus neonatorum tidak mudah, sehingga yang terpenting adalah upaya pencegahan melalui pertolongan persalinan yang higienis dan imunisasi Tetanus Toxoid (TT) ibu hamil serta perawatan tali pusat (Dinas Kesehatan, 2014).

2.10 Kajian Al-Quran tentang Estimasi

Sebagaimana firman Allah Swt. dalam Al-Quran surat Az-Zukhruf ayat 20:

وَقَالُوا۟ لَوْ شَآءَ ٱلرَّحْمَٰنُ مَا عَبَدْنَٰهُم ۗ مَّا لَهُم بِذَٰلِكَ مِنْ عِلْمٍ ۖ إِنْ هُمْ إِلَّا يَخْرُصُونَ ٢٠

Artinya: "Dan mereka berkata: "Jikalau Allah Yang Maha Pemurah menghendaki tentulah kami tidak menyembah mereka (malaikat)". Mereka tidak mempunyai pengetahuan sedikitpun tentang itu, mereka tidak lain hanyalah menduga-duga belaka." (Q.S Az-Zukhruf/89:20).

Menurut tafsir Jalalayn, (Dan mereka berkata, "Jika Allah Yang Maha Pemurah menghendaki tentulah kami tidak menyembah mereka") tidak menyembah malaikat; maka ibadah atau penyembahan kami kepada mereka berdasarkan kehendak dari-Nya, Dia rela kami melakukan hal itu. Lalu Allah berfirman, "(Tiadalah bagi mereka tentang hal itu) yakni dugaan mereka yang mengatakan bahwa Allah rela mereka menyembah malaikat (suatu pengetahuan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

pun, tidak lain) tiada lain (mereka hanya menduga-duga belaka) hanya berdusta belaka tentang itu, karenanya mereka harus menerima siksaan.

Menurut tafsir Quraish-Shihab, Orang-orang musyrik itu berkata, "Kalau Tuhan Sang Maha Pengasih itu menghendaki kami untuk tidak menyembah tuhan-tuhan lain, tentu kami tidak akan menyembahnya." Mereka mengira bahwa Tuhan berkenan dengan tingkah mereka menyembah tuhan-tuhan palsu itu. Padahal, mereka tidak memiliki sandaran ilmu apa-apa tentang apa yang mereka ucapkan itu. Mereka hanya menduga-duga dan mengatakan sesuatu tanpa berdasarkan bukti.

Berdasarkan ayat di atas, ada kaitannya dengan estimasi pada *lafadz yakhrushun* “menduga-duga” atau memberi taksiran atau estimasi. Namun dalam proses menduga-duga atau estimasi harus mempunyai pegangan dengan mengetahui dan memahami ilmu-ilmu yang mempelajari hal tersebut.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan studi literatur dan deskriptif kuantitatif. Pada studi literatur yaitu dengan mengumpulkan bahan-bahan pustaka mengenai model regresi ZIP. Sedangkan pendekatan deskriptif kuantitatif yaitu dengan mengaplikasian dan menganalisis data jumlah kasus penyakit Tetanus Neonatorum di Jawa Timur Tahun 2014.

3.2 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur mengenai jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum di Jawa Timur Tahun 2014. Penelitian ini juga menggunakan letak koordinat geografis yaitu koordinat lintang dan bujur pada masing-masing kabupaten/kota di Jawa Timur. Terdapat 38 kabupaten/kota di Jawa Timur yang terdiri dari 29 kabupaten dan 9 kota.

3.3 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini variabel penelitian dibagi menjadi dua, yaitu variabel terikat (Y) yang merupakan jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum di Jawa Timur Tahun 2014 dan untuk variabel bebas (X) yaitu:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 3.1 Variabel bebas

Variabel	Keterangan
X_1	Persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil
X_2	Persentase ibu bersalin ditolong tenaga kesehatan
X_3	Persentase cakupan kunjungan neonatal lengkap terhadap jumlah bayi
X_4	Persentase penanganan komplikasi neonatal terhadap jumlah ibu hamil

3.4 Tahap Analisis Data

3.4.1 Estimasi Parameter Model GWZIPR

Langkah-langkah estimasi parameter model GWZIPR sebagai berikut:

1. Membentuk fungsi kepekatan peluang untuk y_i pada persamaan (2.25)
2. Membentuk fungsi *likelihood*
3. Membentuk fungsi *log-natural likelihood* untuk $y_i = 0$ dan $y_i > 0$
4. Bila terjadi *incomplete data* maka dilakukan algoritma EM, sebagai berikut:
   a. Menentukan distribusi dari variabel z_i
   b. Membentuk distribusi gabungan antara y_i dan z_i
   c. Tahap ekspektasi dengan mengganti variabel Z_i dengan $Z_i^{(m)}$
   d. Tahap maksimalisasi yaitu memaksimalkan $\beta(u_i, v_i)$ dan $\gamma(u_i, v_i)$ dengan menghitung $\beta(u_i, v_i)^{(m)}$ dan $\gamma(u_i, v_i)^{(m)}$ dengan metode Newton-Raphson
5. Pengujian kesesuaian model GWZIPR dan pengujian parsial terhadap parameter GWZIPR

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.4.2 Aplikasi pada Data Jumlah Kasus Penyakit Tetanus Neonatorum Di Jawa Timur Tahun 2014

Langkah-langkah pada data jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum di Jawa Timur Tahun 2014 adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian multikolinearitas
2. Melakukan pengujian heterogenitas spasial dengan menggunakan uji *Breusch-Pagan* dengan menggunakan persamaan (2.3)
3. Menghitung jarak *euclidean* antar lokasi pengamatan berdasarkan koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) pada koordinat Lintang Selatan (u_i) dan Bujur Timur (v_i) berdasarkan posisi geografisnya dengan persamaan (2.5)
4. Menentukan *bandwidth* optimal untuk setiap lokasi pengamatan dengan menggunakan *Cross Validation* dengan persamaan (2.4)
5. Menghitung matriks pembobot dengan menggunakan fungsi *fixed bisquare kernel* dengan persamaan (2.7)
6. Melakukan pengujian overdispersi
7. Melakukan pemodelan menggunakan *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR) dengan tahapan sebagai berikut:
   a. Menduga parameter model GWZIPR dengan menggunakan metode *maximum likelihood estimation*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

b. Menguji parameter model GWZIPR secara simultan dan parsial terhadap parameter $\beta(u_i, v_i)$ dan parameter $\gamma(u_i, v_i)$.

c. Mendapatkan model GWZIPR yaitu model dengan peubah respon selain nol $\hat{\mu}_i = e^{x_i \beta(u_i, v_i)}$ dan model dengan peubah respon dengan nilai nol $\hat{\omega}_i = \dfrac{e^{x_i \gamma(u_i, v_i)}}{1 + e^{x_i \gamma(u_i, v_i)}}$

8. Melakukan interpretasi model GWZIPR dan membentuk peta pengelompokan berdasarkan faktor yang signifikan

9. Menentukan pembobot GWZIPR dengan *fixed bisquare kernel*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Model *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR)

Penggunaan regresi ZIP juga menjadi masalah ketika diterapkan pada data *count* yang melibatkan faktor lokasi. Oleh karena itu, model *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR) menjadi alternatif solusi dalam masalah tersebut. Model GWZIPR adalah suatu bentuk lokal dari model regresi ZIP yang akan menghasilkan penaksir parameter model bersifat lokal untuk setiap lokasi.

Untuk setiap pengamatan pada variabel dependen diambil dari lokasi (u_i, v_i) yang berbeda dan saling bebas maka

$$Y_i \sim \begin{cases} 0 & \text{dengan peluang } (\omega_i) \\ \text{poisson}(\mu_i) & \text{dengan peluang } (1-\omega_i) \end{cases} \tag{4.1}$$

Model GWZIPR variabel dependen Y_i memiliki peluang berbeda untuk $y_i = 0$ dan $y_i > 0$ dengan fungsi kepekatan peluang untuk y_i adalah

$$P(Y_i = y_i) = \begin{cases} \omega_i + (1-\omega_i)e^{-\mu_i} & \text{untuk } y_i = 0 \\ \dfrac{(1-\omega_i)e^{-\mu_i}\mu_i^{y_i}}{y_i!} & \text{untuk } y_i > 0, 0 \le \omega_i \le 1 \end{cases} \tag{4.2}$$

dengan parameter $\mu = (\mu_1, ..., \mu_n)^T$ dan $\omega = (\omega_1, ..., \omega_n)^T$ yang memenuhi:

$$\ln(\mu_i) = \sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k(u_i, v_i) \tag{4.3}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dan

$$\text{logit}(\omega_i) = \ln\left(\frac{\omega_i}{1-\omega_i}\right) = \sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k(u_i, v_i) \tag{4.4}$$

Berdasarkan persamaan (4.3) dan (4.4) diperoleh model GWZIPR ditunjukkan dengan persamaan (4.5) dan (4.6) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\ln(\mu_i) &= \sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k(u_i, v_i) \\
\exp(\ln(\mu_i)) &= \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k(u_i, v_i)\right) \\
\mu_i &= \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k(u_i, v_i)\right)
\end{aligned} \tag{4.5}$$

$$\begin{aligned}
\ln\left(\frac{\omega_i}{1-\omega_i}\right) &= \sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k(u_i, v_i) \\
\exp\left(\ln\left(\frac{\omega_i}{1-\omega_i}\right)\right) &= \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k(u_i, v_i)\right) \\
\frac{\omega_i}{1-\omega_i} &= \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k(u_i, v_i)\right) \\
\omega_i &= (1-\omega_i)\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k(u_i, v_i)\right) \\
\omega_i &= \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k(u_i, v_i)\right) - \omega_i \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k(u_i, v_i)\right) \\
\omega_i + \omega_i \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k(u_i, v_i)\right) &= \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k(u_i, v_i)\right) \\
\omega_i\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k(u_i, v_i)\right)\right) &= \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k(u_i, v_i)\right) \\
\omega_i &= \frac{\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k(u_i, v_i)\right)}{\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k(u_i, v_i)\right)\right)}
\end{aligned} \tag{4.6}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$\beta(u_i,v_i)=\left(\beta_0(u_i,v_i),\beta_1(u_i,v_i),\ldots,\beta_p(u_i,v_i)\right)^T$$
$$\gamma(u_i,v_i)=\left(\gamma_0(u_i,v_i),\gamma_1(u_i,v_i),\ldots,\gamma_p(u_i,v_i)\right)^T$$
$$x_i=\begin{pmatrix}1 & x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ik}\end{pmatrix}$$

$\beta(u_i,v_i)$ dan $\gamma(u_i,v_i)$ adalah vektor dari parameter regresi akan ditaksir terletak pada lokasi (u_i,v_i) berukuran $(k+1)\times 1$. x_i adalah vektor yang berisi variabel prediktor yang berhubungan dengan peluang pada *zero state* $(y_i=0)$ dan rata-rata pada *Poisson state* $(y_i>0)$, serta berukuran $1\times(k+1)$.

4.1.1 Pendugaan Parameter Model GWZIPR

Untuk menaksir parameter GWZIPR, digunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Dengan mensubstitusikan persamaan (4.5) dan (4.6) ke persamaan (4.2) diperoleh fungsi kepekatan peluang dari model GWZIPR adalah

$$P(Y_i=y_i)=\begin{cases}\dfrac{\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k(u_i,v_i)\right)+\left(\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k(u_i,v_i)\right)\right)\right)}{\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k(u_i,v_i)\right)\right)}, & y_i=0\\[2ex] \dfrac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k(u_i,v_i)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k(u_i,v_i)\right)\right)^{y_i}}{\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k(u_i,v_i)\right)\right)y_i!}, & y_i>0\end{cases} \tag{4.7}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Sehingga fungsi *likelihood*nya adalah :

$$L\left(\beta\left(u_i,v_i\right),\gamma\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i\right)=\begin{cases}\prod_{i=1}^{n}\dfrac{\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)+\left(\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\right)}{\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)}, & y_i=0\\[2ex] \prod_{i=1}^{n}\dfrac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)y_i!}, & y_i>0\end{cases} \tag{4.8}$$

dan fungsi log-natural (ln) *likelihood*nya adalah :

1. Untuk $y_i = 0$

$$l\left(\beta\left(u_i,v_i\right),\gamma\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i\right)=\ln L\left(\beta\left(u_i,v_i\right),\gamma\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i\right)$$

$$=\ln\left(\prod_{i=1}^{n}\left(\frac{\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)+\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)}{\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)}\right)\right)$$

$$=\sum_{i=1}^{n}\ln\left(\frac{\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)+\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)}{\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)}\right)$$

$$=\sum_{i=1}^{n}\ln\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)+\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\right)-$$

$$\sum_{i=1}^{n}\ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right) \tag{4.9}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2. Untuk $y_i > 0$

$$l\left(\beta\left(u_i,v_i\right),\gamma\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i\right)=\ln L\left(\beta\left(u_i,v_i\right),\gamma\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i\right)$$

$$=\ln\left(\prod_{i=1}^{n}\left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)y_i!}\right)\right)$$

$$=\sum_{i=1}^{n}\ln\left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)y_i!}\right)$$

$$=\sum_{i=1}^{n}\ln\left(\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}\right)-$$

$$\sum_{i=1}^{n}\ln\left(\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)y_i!\right)$$

$$=\sum_{i=1}^{n}\ln\left(\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\right)+\sum_{i=1}^{n}\ln\left(\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}\right)-$$

$$\sum_{i=1}^{n}\ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)-\sum_{i=1}^{n}\ln\left(y_i!\right)$$

$$=\sum_{i=1}^{n}\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)+\sum_{i=1}^{n}\left(y_i\right)\ln\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)-$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$\sum_{i=1}^{n}\ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)-\sum_{i=1}^{n}\ln\left(y_i!\right)$$

$$=\sum_{i=1}^{n}\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)+\sum_{i=1}^{n}\left(y_i\right)\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)-$$

$$\sum_{i=1}^{n}\ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)-\sum_{i=1}^{n}\ln\left(y_i!\right)$$

$$=\sum_{i=1}^{n}\left(\left(y_i\right)\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)-$$

$$\sum_{i=1}^{n}\ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)-\sum_{i=1}^{n}\ln\left(y_i!\right)$$

$$=\sum_{i=1}^{n}\left(y_i\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)-$$

$$\sum_{i=1}^{n}\ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)-\sum_{i=1}^{n}\ln\left(y_i!\right) \tag{4.10}$$

Dengan menjumlahkan persamaan (4.9) dan (4.10) didapatkan total *ln-likelihood* sebagai berikut:

Total *ln-likelihood* dapat diberikan oleh

$$l_T=l\left(\beta\left(u_i,v_i\right),\gamma\left(u_i,v_i\right)|y_i\right)_{y_i=0}+l\left(\beta\left(u_i,v_i\right),\gamma\left(u_i,v_i\right)|y_i\right)_{y_i>0}$$

$$=\sum_{\substack{i=1\\y_i=0}}^{n}\ln\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)+\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\right)-$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$\sum_{i=1}^{n}\ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)+$$

$$\sum_{\substack{i=1\\y_i>0}}^{n}\left(y_i\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)-\sum_{\substack{i=1\\y_i>0}}^{n}\ln\left(y_i!\right) \tag{4.11}$$

Sehingga pada model GWZIPR diasumsikan bahwa daerah yang dekat dengan lokasi pengamatan ke-*i* mempunyai pengaruh yang besar terhadap estimasi parameternya daripada daerah yang lebih jauh. Misalkan pembobot untuk setiap lokasi $\left(u_i,v_i\right)$ adalah $w_{ij}\left(u_i,v_i\right), i=1,2,...,n, j=1,2,...,n, i\neq j$ dimana $w_{ij}\left(u_i,v_i\right)$ merupakan pembobot dari lokasi ke-*i* ke lokasi ke-*j* maka parameternya pada lokasi pengamatan $\left(u_i,v_i\right)$ diestimasi dengan cara menambahkan unsur pembobot $w_{ij}\left(u_i,v_i\right)$ pada persamaan (4.11) dan menjadi:

$$l_T=\sum_{\substack{i=1\\y_i=0}}^{n}\ln\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)+\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\right)w_{ij}\left(u_i,v_i\right)-$$

$$\sum_{i=1}^{n}\ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)w_{ij}\left(u_i,v_i\right)+$$

$$\sum_{\substack{i=1\\y_i>0}}^{n}\left(y_i\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)w_{ij}\left(u_i,v_i\right)-$$

$$\sum_{\substack{i=1\\y_i>0}}^{n}\ln\left(y_i!\right)w_{ij}\left(u_i,v_i\right) \tag{4.12}$$

Penjumlahan fungsi *ln-likelihood* pada persamaan (4.12) akan menyulitkan perhitungan karena tidak diketahuinya nilai nol mana yang berasal dari *zero state* dan mana yang berasal dari *Poisson state* membuat fungsi likelihood ini tidak

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dapat diselesaikan dengan metode numerik biasa. Oleh karena itu, persamaan (4.12) biasa disebut juga *incomplete data likelihood*.

Untuk memaksimalkan fungsi *ln-likelihood* pada persamaan (4.9) dan (4.10) digunakan algoritma EM (*Expectation Maximization*) yang merupakan salah satu metode optimasi yang banyak digunakan sebagai alternatif dalam memaksimumkan fungsi *likelihood* yang mengandung data hilang.

Misalkan setiap variabel Y_i berkaitan dengan variabel indikator Z_i yaitu:

$$Z_i = \begin{cases} 1, & \text{jika } y_i \text{ berasal dari } \textit{zero state} \\ 0, & \text{jika } y_i \text{ berasal dari } \textit{poisson state} \end{cases} \tag{4.13}$$

Permasalahannya adalah jika nilai variabel respon $y_i = 1, 2, 3, \ldots, n,$ maka nilai $z_i = 0$. Sedangkan jika nilai variabel respon $y_i = 0$, maka nilai z_i mungkin 0 mungkin juga 1. Oleh karena itu nilai z_i dianggap hilang sebagian.

Untuk mengatasi hal ini maka estimasi parameter akan dilakukan dengan algoritma EM dengan cara:

1. Penentuan Distribusi Tunggal

   Menentukan distribusi dari variabel Z_i, berdasarkan persamaan (4.1) dan (4.13), maka:

   $$P(Z_i = 1) = \omega_i$$
   $$P(Z_i = 0) = P(Y_i \sim \text{poisson}(\mu)) = 1 - \omega_i$$

   sehingga, $Z_i \sim \text{Binomial}(1, \omega_i), E(Z_i) = \omega_i, Var(Z_i) = \omega_i(1 - \omega_i)$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2. Distribusi Gabungan

Setelah didapatkan distribusi Z_i, maka selanjutnya membentuk distribusi gabungan antara y_i dan z_i yaitu

$$\begin{aligned} f\left(y_i, z_i \middle| \omega_i, \mu_i\right) &= f\left(z_i \middle| 1, \omega_i\right) f\left(y_i \middle| z_i, \mu_i\right) \\ &= \left(1-\omega_i\right)^{1-z_i} \left(\omega_i\right)^{z_i} \left(\frac{\exp\left(-\mu_i\right)\mu_i^{y_i}}{y_i!}\right)^{1-z_i} \end{aligned} \tag{4.14}$$

dengan mensubstitusikan persamaan (4.5) dan (4.6) ke persamaan (4.14) diperoleh

$$f\left(y_i, z_i \middle| \beta\left(u_i, v_i\right), \gamma\left(u_i, v_i\right)\right)$$

$$= \left(\frac{1}{1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i, v_i\right)\right)}\right)^{1-z_i} \left(\frac{\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i, v_i\right)\right)}{1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i, v_i\right)\right)}\right)^{z_i}$$

$$\left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{y_i!}\right)^{1-z_i}$$

$$= \frac{1}{\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)^{1-z_i}} \frac{\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)^{z_i}}{\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)^{z_i}}$$

$$\left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{y_i!}\right)^{1-z_i}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$= \frac{\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)^{z_i}}{\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)^{1-z_i}\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)^{z_i}}$$

$$\left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{y_i!}\right)^{1-z_i}$$

$$= \frac{\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)^{z_i}}{\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)^{1-z_i+z_i}}$$

$$\left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{y_i!}\right)^{1-z_i}$$

$$= \frac{\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)^{z_i}}{1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i, v_i\right)\right)}\left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{y_i!}\right)^{1-z_i}$$

$$= \frac{1}{1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i, v_i\right)\right)}\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)^{z_i}$$

$$\left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{y_i!}\right)^{1-z_i} \tag{4.15}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

sehingga diperoleh fungsi *likelihood* dari persamaan (4.15) adalah:

$$L\left(\beta\left(u_i,v_i\right),\gamma\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i\right)$$

$$=\prod_{i=1}^{n}\frac{1}{1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)}\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{z_i}$$

$$\left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{y_i!}\right)^{1-z_i}$$

Kemudian diperoleh *ln-likelihood*:

$$\ln L\left(\beta\left(u_i,v_i\right),\gamma\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i\right)$$

$$=\ln\prod_{i=1}^{n}\frac{1}{1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)}\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{z_i}$$

$$\left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{y_i!}\right)^{1-z_i}$$

$$=\sum_{i=1}^{n}\ln\frac{1}{1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)}\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{z_i}$$

$$\left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{y_i!}\right)^{1-z_i}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$= \sum_{i=1}^{n} \ln \frac{1}{1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)} + \sum_{i=1}^{n} \ln\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{z_i} +$$

$$\sum_{i=1}^{n} \ln\left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{y_i!}\right)^{1-z_i}$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\left(\ln 1 - \ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\right) + \sum_{i=1}^{n} z_i \ln\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right) +$$

$$\sum_{i=1}^{n}\left(1-z_i\right)\ln\left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{y_i!}\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\left(0 - \ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\right) + \sum_{i=1}^{n} z_i\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right) +$$

$$\sum_{i=1}^{n}\left(1-z_i\right)\left[\ln\left(\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}\right) - \ln\left(y_i!\right)\right]$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\left(-\ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\right) + \sum_{i=1}^{n} z_i\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right) +$$

$$\sum_{i=1}^{n}\left(1-z_i\right)\left[-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right) + y_i \ln\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right) - \ln\left(y_i!\right)\right]$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\left(-\ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\right) + \sum_{i=1}^{n} z_i\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right) +$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$\sum_{i=1}^{n}(1-z_i)\left[-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k(u_i,v_i)\right)+y_i\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k(u_i,v_i)\right)-\ln(y_i!)\right] \tag{4.16}$$

Sehingga *ln-likelihood* terboboti adalah

$$\ln L^*\left(\beta(u_i,v_i),\gamma(u_i,v_i)|y_i,z_i\right)$$

$$=\sum_{i=1}^{n}\left(z_i\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k(u_i,v_i)\right)-\ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k(u_i,v_i)\right)\right)\right)w_{ij}(u_i,v_i)+$$

$$\sum_{i=1}^{n}(1-z_i)\left(y_i\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k(u_i,v_i)\right)-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k(u_i,v_i)\right)\right)w_{ij}(u_i,v_i)-$$

$$\sum_{i=1}^{n}(1-z_i)\ln(y_i!)w_{ij}(u_i,v_i) \tag{4.17}$$

Kemudian persamaan (4.17) dimaksimumkan menggunakan algoritma EM, dimana vektor parameter $\beta(u_i,v_i)$ dan $\gamma(u_i,v_i)$ dapat diestimasi secara terpisah dengan menuliskan persamaan (4.17) menjadi:

$$\ln L\left(\beta(u_i,v_i),\gamma(u_i,v_i)|y_i,z_i\right)=\ln L\left(\beta(u_i,v_i)|y_i,z_i\right)+\ln L\left(\gamma(u_i,v_i)|y_i,z_i\right)-$$

$$\sum_{i=1}^{n}w_{ij}(u_i,v_i)(1-z_i)\ln(y_i!)$$

dimana:

$$\ln L\left(\gamma(u_i,v_i)|y_i,z_i\right)=\sum_{i=1}^{n}w_{ij}(u_i,v_i)\left(z_i\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k(u_i,v_i)\right)-$$

$$\sum_{i=1}^{n}w_{ij}(u_i,v_i)\ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k(u_i,v_i)\right)\right) \tag{4.18}$$

dan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$\ln L\left(\beta\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i\right)=\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\left(1-z_i\right)y_i\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)-$$

$$\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\left(1-z_i\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right) \tag{4.19}$$

Sedangkan persamaan $\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\left(1-z_i\right)\ln\left(y_i!\right)$ dapat diabaikan karena vektor parameter $\beta\left(u_i,v_i\right)$ dan $\gamma\left(u_i,v_i\right)$ tidak terdapat pada persamaan tersebut.

3. Tahap Ekspektasi

Mengganti variabel Z_i dengan $Z_i^{(m)}$ yang merupakan ekspektasi dari Z_i

$$\begin{aligned}
Z_i^{(m)} &= E\left(Z_i\middle|y_i,\gamma^{(m)}\left(u_i,v_i\right),\beta^{(m)}\left(u_i,v_i\right)\right)\\
&= P\left(Z_i=1\middle|y_i,\gamma^{(m)}\left(u_i,v_i\right),\beta^{(m)}\left(u_i,v_i\right)\right)\\
&= \begin{cases} P\left(Z_i=1\middle|y_i=0,\gamma^{(m)}\left(u_i,v_i\right),\beta^{(m)}\left(u_i,v_i\right)\right) & \text{jika } y_i=0\\ 0 & \text{jika } y_i>0\end{cases}
\end{aligned}$$

$$P\left(Z_i=1\middle|y_i=0,\gamma^{(m)}\left(u_i,v_i\right),\beta^{(m)}\left(u_i,v_i\right)\right)$$

$$=\frac{1}{1+\exp\left(-\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)} \tag{4.20}$$

Substitusikan persamaan (4.20) pada persamaan (4.18) dan (4.19) yakni:

$$\ln L\left(\gamma\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i^{(m)}\right)$$

$$=\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\left(z_i^{(m)}\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)-\ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\right) \tag{4.21}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$\ln L\left(\beta\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i^{(m)}\right)$$

$$=\sum_{i=1}^{n} w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\left(1-z_i^{(m)}\right)\left(y_i\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right) \quad (4.22)$$

4. Tahap Estimasi

Memaksimalkan $\beta\left(u_i,v_i\right)$ dan $\gamma\left(u_i,v_i\right)$ pada persamaan (4.21) dan (4.22) dengan menghitung $\beta\left(u_i,v_i\right)^{(m)}$ dan $\gamma\left(u_i,v_i\right)^{(m)}$ dengan metode Newton-Raphson.

Misalkan $\beta\left(u_i,v_i\right)^{(m-1)}$ dan $\gamma\left(u_i,v_i\right)^{(m-1)}$ adalah aproksimasi metode maksimum *likelihood* untuk mengestimasi $\hat{\beta}\left(u_i,v_i\right)$ dan $\hat{\gamma}\left(u_i,v_i\right)$. Dengan menggunakan metode Newton Rhapson maka:

$$\beta\left(u_i,v_i\right)^{(m)}=\beta\left(u_i,v_i\right)^{(m-1)}-\left(H\left(u_i,v_i\right)^{(m-1)}\right)^{-1}U\left(u_i,v_i\right)^{(m-1)} \quad (4.23)$$

dan

$$\gamma\left(u_i,v_i\right)^{(m)}=\gamma\left(u_i,v_i\right)^{(m-1)}-\left(H\left(u_i,v_i\right)^{(m-1)}\right)^{-1}U\left(u_i,v_i\right)^{(m-1)} \quad (4.24)$$

untuk $m=1,2,3,...,n$ dimana $\beta\left(u_i,v_i\right)^{(0)}$ dan $\gamma\left(u_i,v_i\right)^{(0)}$ adalah nilai awal, H adalah turunan kedua dari $\ln L\left(\beta\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i^{(m)}\right)$ dan $\ln L\left(\gamma\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i^{(m)}\right)$, U adalah turunan pertama dari $\ln L\left(\beta\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i^{(m)}\right)$ dan $\ln L\left(\gamma\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i^{(m)}\right)$.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Taksiran maksimum *likelihood* $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, ..., \hat{\beta}_p$ dan $\hat{\gamma}_0, \hat{\gamma}_1, ..., \hat{\gamma}_p$ sebagai berikut :

a. Untuk $\ln L\left(\beta\left(u_i, v_i\right) \middle| y_i, z_i^{(m)}\right)$

Misalkan :

$$\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right) = \exp\left(\beta_0\left(u_i, v_i\right) + \beta_1\left(u_i, v_i\right)x_{1i} + \ldots + \beta_p\left(u_i, v_i\right)x_{pi}\right)$$

dan $U_j\left(\beta\right)$ turunan pertama dari $\ln L\left(\beta\left(u_i, v_i\right) \middle| y_i, z_i^{(m)}\right)$ terhadap $\beta_j\left(j = 0, 1, 2, \ldots, p\right)$ maka:

$$U_p\left(\beta\right) = \frac{\partial}{\partial \beta_p} \ln L\left(\beta\left(u_i, v_i\right) \middle| y_i, z_i^{(m)}\right)$$

$$= \frac{\partial}{\partial \beta_p}\left[\sum_{i=1}^{n} w_{ij}\left(u_i, v_i\right)\left(1 - z_i^{(m)}\right)\left(y_i\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right) - \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)\right]$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial}{\partial \beta_p}\left[\sum_{i=1}^{n} w_{ij}\left(u_i, v_i\right)\left(1 - z_i^{(m)}\right)\left(y_i\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right) - \right.\right.$$

$$\left.\left.\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)\right]$$

$$= \sum_{i=1}^{n} w_{ij}\left(u_i, v_i\right)\left(1 - z_i^{(m)}\right)\frac{\partial}{\partial \beta_p}\left(y_i\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right) - \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n} w_{ij}\left(u_i, v_i\right)\left(1 - z_i^{(m)}\right)\left(y_i\left(\frac{\partial}{\partial \beta_p}\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right) - \right.$$

$$\left.\frac{\partial}{\partial \beta_p}\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i, v_i\right)\right)\right)\right)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$= \sum_{i=1}^{n} w_{ij}\left(u_i, v_i\right)\left(1 - z_i^{(m)}\right)\left(y_i \left(\frac{\partial}{\partial \beta_p}\left(\beta_0\left(u_i, v_i\right) + \beta_1\left(u_i, v_i\right) x_{1i} + \ldots + \right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left.\beta_p\left(u_i, v_i\right) x_{pi}\right)\right) - \frac{\partial}{\partial \beta_p}\left(\exp\left(\beta_0\left(u_i, v_i\right) + \beta_1\left(u_i, v_i\right) x_{1i} + \ldots + \beta_p\left(u_i, v_i\right) x_{pi}\right)\right)\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n} w_{ij}\left(u_i, v_i\right)\left(1 - z_i^{(m)}\right)\left(y_i \left(\frac{\partial}{\partial \beta_p} \beta_0\left(u_i, v_i\right) + \frac{\partial}{\partial \beta_p} \beta_1\left(u_i, v_i\right) x_{1i} + \ldots + \right.\right.$$

$$\left.\frac{\partial}{\partial \beta_p} \beta_p\left(u_i, v_i\right) x_{pi}\right) - \left(\frac{\partial}{\partial \beta_p} \beta_0\left(u_i, v_i\right) \exp\left(\beta_0\left(u_i, v_i\right) + \beta_1\left(u_i, v_i\right) x_{1i} + \ldots + \right.\right.$$

$$\left.\beta_p\left(u_i, v_i\right) x_{pi}\right) + \left(\frac{\partial}{\partial \beta_p} \beta_1\left(u_i, v_i\right) x_{1i} \exp\left(\beta_0\left(u_i, v_i\right) + \beta_1\left(u_i, v_i\right) x_{1i} + \ldots + \right.\right.$$

$$\left.\beta_p\left(u_i, v_i\right) x_{pi}\right) + \ldots + \frac{\partial}{\partial \beta_p} \beta_p\left(u_i, v_i\right) x_{pi} \exp\left(\beta_0\left(u_i, v_i\right) + \beta_1\left(u_i, v_i\right) x_{1i} + \ldots + \right.$$

$$\left.\left.\left.\beta_p\left(u_i, v_i\right) x_{pi}\right)\right)\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n} w_{ij}\left(u_i, v_i\right)\left(1 - z_i^{(m)}\right)\left(y_i x_{pi} - \left(x_{pi} \exp\left(\beta_0\left(u_i, v_i\right) + \beta_1\left(u_i, v_i\right) x_{1i} + \ldots + \right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left.\beta_p\left(u_i, v_i\right) x_{pi}\right)\right)\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n} w_{ij}\left(u_i, v_i\right)\left(1 - z_i^{(m)}\right)\left(y_i x_{pi} - x_{pi} \exp\left(\beta_0\left(u_i, v_i\right) + \beta_1\left(u_i, v_i\right) x_{1i} + \ldots + \right.\right.$$

$$\left.\left.\beta_p\left(u_i, v_i\right) x_{pi}\right)\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n} w_{ij}\left(u_i, v_i\right)\left(1 - z_i^{(m)}\right) x_{pi}\left(y_i - \exp\left(\beta_0\left(u_i, v_i\right) + \beta_1\left(u_i, v_i\right) x_{1i} + \ldots + \right.\right.$$

$$\left.\left.\beta_p\left(u_i, v_i\right) x_{pi}\right)\right) \qquad (4.25)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

b. Untuk $\ln L\left(\gamma\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i^{(m)}\right)$

Misalkan :

$$\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)=\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)$$

dan $U_j\left(\gamma\right)$ turunan pertama dari $\ln L\left(\gamma\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i^{(m)}\right)$ terhadap $\gamma_j\left(j=0,1,2,\ldots,p\right)$ maka:

$$U_p\left(\gamma\right)=\frac{\partial}{\partial\gamma_p}\ln L\left(\gamma\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i^{(m)}\right)$$

$$=\frac{\partial}{\partial\gamma_p}\left[\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\left(z_i^{(m)}\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)-\ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\right)\right]$$

$$=\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\frac{\partial}{\partial\gamma_p}\left(z_i^{(m)}\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)-\ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\right)$$

$$=\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\left[\frac{\partial}{\partial\gamma_p}\left(z_i^{(m)}\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)-\right.$$

$$\left.\frac{\partial}{\partial\gamma_p}\left(\ln\left(1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\right)\right]$$

$$=\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\left[z_i^{(m)}\left(\frac{\partial}{\partial\gamma_p}\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)-\right.$$

$$\left.\frac{\partial}{\partial\gamma_p}\left(\ln\left(1+\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)\right)\right]$$

$$=\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\left[z_i^{(m)}\left(\frac{\partial}{\partial\gamma_p}\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\frac{\partial}{\partial\gamma_p}\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\right.\right.$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$\frac{\partial}{\partial \gamma_p}\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\Bigg)-\frac{1}{\left(1+\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)}$$

$$\frac{\partial}{\partial \gamma_p}\left(1+\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)\Bigg]$$

$$=\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\Bigg[z_i^{(m)}x_{pi}-\frac{1}{\left(1+\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)}$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial \gamma_p}1+\frac{\partial}{\partial \gamma_p}\left(\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)\right)\Bigg]$$

$$=\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\Bigg[z_i^{(m)}x_{pi}-\frac{1}{\left(1+\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)}$$

$$\left(0+\frac{\partial}{\partial \gamma_p}\gamma_0\left(u_i,v_i\right)\left(\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)+\right.$$

$$\frac{\partial}{\partial \gamma_p}\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}\left(\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)+\ldots+$$

$$\left.\frac{\partial}{\partial \gamma_p}\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\left(\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)\right)\Bigg]$$

$$=\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\Bigg[z_i^{(m)}x_{pi}-\frac{1}{\left(1+\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)}$$

$$\left(x_{pi}\left(\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)\right)\Bigg] \qquad (4.26)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Selanjutnya, turunan parsial kedua dari $\ln L\left(\beta\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i^{(m)}\right)$ terhadap $\beta_j\left(j=0,1,2,\ldots,p\right)$ dan $\ln L\left(\gamma\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i^{(m)}\right)$ terhadap $\gamma_j\left(j=0,1,2,\ldots,p\right)$ yaitu :

c. Untuk $\ln L\left(\beta\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i^{(m)}\right)$

Misalkan $H_{jk}\left(\beta\right)$ adalah turunan parsial kedua dari $\ln L\left(\beta\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i^{(m)}\right)$ terhadap $\beta_j\left(j=0,1,2,\ldots,p\right)$ dimana $j,k=0,1,2,\ldots,p$ maka :

$$H_{pp}\left(\beta\right)=\frac{\partial^2}{\partial\beta_p{}^2}\ln L\left(\beta\left(u_i,v_i\right)\middle|y_i,z_i^{(m)}\right)$$

$$=\frac{\partial}{\partial\beta_p}\left[\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\left(1-z_i^{(m)}\right)x_{pi}\left(y_i-\exp\left(\beta_0\left(u_i,v_i\right)+\beta_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left.\beta_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)\right]$$

$$=\sum_{i=1}^{n}\frac{\partial}{\partial\beta_p}\left[w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\left(1-z_i^{(m)}\right)x_{pi}\left(y_i-\exp\left(\beta_0\left(u_i,v_i\right)+\beta_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left.\beta_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)\right]$$

$$=\sum_{i=1}^{n}\left[w_{ij}\left(u_i,v_i\right)\left(1-z_i^{(m)}\right)x_{pi}\frac{\partial}{\partial\beta_p}\left(y_i-\exp\left(\beta_0\left(u_i,v_i\right)+\beta_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left.\beta_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)\right]$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$= \sum_{i=1}^{n} \Bigg[w_{ij}(u_i,v_i)\left(1-z_i^{(m)}\right) x_{pi} \Bigg(\frac{\partial}{\partial \beta_p} y_i - \Bigg(\frac{\partial}{\partial \beta_p} \beta_0(u_i,v_i) \exp\Big(\beta_0(u_i,v_i) +$$

$$\beta_1(u_i,v_i)x_{1i} + \ldots + \beta_p(u_i,v_i)x_{pi}\Big) + \frac{\partial}{\partial \beta_p} \beta_1(u_i,v_i)x_{1i} \exp\Big(\beta_0(u_i,v_i) +$$

$$\beta_1(u_i,v_i)x_{1i} + \ldots + \beta_p(u_i,v_i)x_{pi}\Big) + \ldots + \frac{\partial}{\partial \beta_p} \beta_p(u_i,v_i)x_{pi} \exp\Big(\beta_0(u_i,v_i) +$$

$$\beta_1(u_i,v_i)x_{1i} + \ldots + \beta_p(u_i,v_i)x_{pi}\Big)\Bigg)\Bigg)\Bigg]$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \Bigg[w_{ij}(u_i,v_i)\left(1-z_i^{(m)}\right) x_{pi} \Big(0 - \Big(x_{pi} \exp\Big(\beta_0(u_i,v_i) + \beta_1(u_i,v_i)x_{1i} + \ldots +$$

$$\beta_p(u_i,v_i)x_{pi}\Big)\Big)\Big)\Bigg]$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \Bigg[w_{ij}(u_i,v_i)\left(1-z_i^{(m)}\right) x_{pi} \Big(-x_{pi} \exp\Big(\beta_0(u_i,v_i) + \beta_1(u_i,v_i)x_{1i} + \ldots +$$

$$\beta_p(u_i,v_i)x_{pi}\Big)\Big)\Bigg]$$

$$= -\sum_{i=1}^{n} \Bigg[w_{ij}(u_i,v_i)\left(1-z_i^{(m)}\right) x_{pi}^{\,2} \exp\Big(\beta_0(u_i,v_i) + \beta_1(u_i,v_i)x_{1i} + \ldots +$$

$$\beta_p(u_i,v_i)x_{pi}\Big)\Bigg] \qquad (4.27)$$

d. Untuk $\ln L\left(\gamma(u_i,v_i) \middle| y_i, z_i^{(m)}\right)$

Misalkan $H_{jk}(\gamma)$ adalah turunan parsial kedua dari $\ln L\left(\gamma(u_i,v_i) \middle| y_i, z_i^{(m)}\right)$ terhadap $\gamma_j\,(j = 0,1,2,\ldots,p)$ dimana $j,k = 0,1,2,\ldots,p$ maka :

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$H_{pp}(\gamma)=\frac{\partial^2}{\partial\gamma_p{}^2}\ln L\left(\gamma(u_i,v_i)\middle|y_i,z_i^{(m)}\right)$$

$$=\frac{\partial}{\partial\gamma_p}\left[\sum_{i=1}^{n}w_{ij}(u_i,v_i)\left[z_i^{(m)}x_{pi}-\frac{1}{\left(1+\exp\left(\gamma_0(u_i,v_i)+\gamma_1(u_i,v_i)x_{1i}+\ldots+\gamma_p(u_i,v_i)x_{pi}\right)\right)}\right.\right.$$

$$\left.\left.\left(x_{pi}\left(\exp\left(\gamma_0(u_i,v_i)+\gamma_1(u_i,v_i)x_{1i}+\ldots+\gamma_p(u_i,v_i)x_{pi}\right)\right)\right)\right]\right]$$

$$=\sum_{i=1}^{n}w_{ij}(u_i,v_i)\left[\frac{\partial}{\partial\gamma_p}\left[z_i^{(m)}x_{pi}-\frac{1}{\left(1+\exp\left(\gamma_0(u_i,v_i)+\gamma_1(u_i,v_i)x_{1i}+\ldots+\gamma_p(u_i,v_i)x_{pi}\right)\right)}\right.\right.$$

$$\left.\left.\left(x_{pi}\left(\exp\left(\gamma_0(u_i,v_i)+\gamma_1(u_i,v_i)x_{1i}+\ldots+\gamma_p(u_i,v_i)x_{pi}\right)\right)\right)\right]\right]$$

$$=\sum_{i=1}^{n}w_{ij}(u_i,v_i)\left[\frac{\partial}{\partial\gamma_p}\left(z_i^{(m)}x_{pi}\right)-\right.$$

$$\left.\frac{\partial}{\partial\gamma_p}\left(\frac{x_{pi}\left(\exp\left(\gamma_0(u_i,v_i)+\gamma_1(u_i,v_i)x_{1i}+\ldots+\gamma_p(u_i,v_i)x_{pi}\right)\right)}{1+\exp\left(\gamma_0(u_i,v_i)+\gamma_1(u_i,v_i)x_{1i}+\ldots+\gamma_p(u_i,v_i)x_{pi}\right)}\right)\right]$$

$$=\sum_{i=1}^{n}w_{ij}(u_i,v_i)\left[0-\left(\frac{x_{pi}{}^2\exp\left(\gamma_0(u_i,v_i)+\gamma_1(u_i,v_i)x_{1i}+\ldots+\gamma_p(u_i,v_i)x_{pi}\right)}{\left(1+\exp\left(\gamma_0(u_i,v_i)+\gamma_1(u_i,v_i)x_{1i}+\ldots+\gamma_p(u_i,v_i)x_{pi}\right)\right)^2}\right)\right]$$

$$=\sum_{i=1}^{n}w_{ij}(u_i,v_i)\left[-\left(\frac{x_{pi}{}^2\exp\left(\gamma_0(u_i,v_i)+\gamma_1(u_i,v_i)x_{1i}+\ldots+\gamma_p(u_i,v_i)x_{pi}\right)}{\left(1+\exp\left(\gamma_0(u_i,v_i)+\gamma_1(u_i,v_i)x_{1i}+\ldots+\gamma_p(u_i,v_i)x_{pi}\right)\right)^2}\right)\right]$$

$$=-\sum_{i=1}^{n}w_{ij}(u_i,v_i)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$\left(\frac{x_{pi}^{2}\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)}{\left(1+\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)^2}\right) \tag{4.28}$$

5. Pengulangan Tahap ke-3 dan ke-4

   Tahap ke-3 dan ke-4 ini dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh penaksir parameter yang konvergen $\left(\left|\beta\left(u_i,v_i\right)^{(m)}-\beta\left(u_i,v_i\right)^{(m+1)}\right|\le\varepsilon\right)$ dan $\left(\left|\gamma\left(u_i,v_i\right)^{(m)}-\gamma\left(u_i,v_i\right)^{(m+1)}\right|\le\varepsilon\right)$, biasanya $\varepsilon=10^{-5}$.

4.1.2 Pengujian Parameter Model GWZIPR

Untuk menguji kelayakan model yang diperoleh dari estimasi parameter, dilakukan pengujian parameter model regresi ZIP dengan menguji hipotesis-hipotesis berikut menggunakan metode *Likelihood Ratio Test*.

1. $H_0:\beta_1\left(u_i,v_i\right)=\beta_2\left(u_i,v_i\right)=\ldots=\beta_k\left(u_i,v_i\right)=\gamma_1\left(u_i,v_i\right)=\gamma_2\left(u_i,v_i\right)=\ldots=\gamma_k\left(u_i,v_i\right)=0$

   H_1: paling sedikit ada satu $\beta_k\left(u_i,v_i\right)\neq 0$ atau $\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\neq 0$

   - Himpunan parameter di bawah populasi $(\Omega):\Omega=\left\{\beta\left(u_i,v_i\right),\gamma\left(u_i,v_i\right)\right\}$

   - Himpunan parameter jika H_0 benar $(\omega):\omega=\left\{\beta_0,\gamma_0\right\}$

   - Fungsi *likelihood* di bawah populasi $\left(L(\Omega)\right)$:

$$L(\Omega)=\prod_{i=1}^{n}f\left(y_i;\beta\left(u_i,v_i\right),\gamma\left(u_i,v_i\right)\right)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$= \prod_{i=1}^{n} \left[\left(\frac{1}{1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)} \right) \left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right) \right) \right)^{z_i} \right.$$

$$\left. \left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{y_i!} \right)^{1-z_i} \right]$$

- Fungsi *likelihood* jika H_0 benar: $L(\omega)$

$$L(\omega) = \prod_{i=1}^{n} f\left(y_k;\beta_0\left(u_i,v_i\right),\gamma_0\left(u_i,v_i\right)\right)$$

$$= \prod_{i=1}^{n} \left[\left(\frac{1}{1+\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)\right)} \right) \left(\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)\right) \right)^{z_i} \right.$$

$$\left. \left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\beta_0\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\beta_0\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{y_i!} \right)^{1-z_i} \right]$$

$$\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} = \frac{= \prod_{i=1}^{n} \left[\left(\frac{1}{1+\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)\right)} \right) \left(\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)\right) \right)^{z_i} \left(\exp\left(-\exp\left(\beta_0\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\beta_0\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i} \right)^{1-z_i} \right]}{= \prod_{i=1}^{n} \left[\left(\frac{1}{1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)} \right) \left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right) \right) \right)^{z_i} \left(\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i} \right)^{1-z_i} \right]}$$

- Nilai $\hat{\beta}\left(u_i,v_i\right)$ dan $\hat{\gamma}\left(u_i,v_i\right)$ diperoleh dari bagian 3

- Tolak H_0 jika $\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} < \lambda_0 < 1$, dimana $0 < \lambda_0 < 1$

- $G = -2\ln\left[\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})}\right]$ yang berdistribusi χ_v^2, tolak H_0 jika $G_{hitung} > \chi_{\alpha,v}^2$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2. $H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \ldots = \beta_k(u_i, v_i) = 0$

H_1: Paling sedikit ada satu $\beta_k(u_i, v_i) \neq 0$

- Himpunan parameter di bawah populasi $(\Omega) : \Omega = \{\beta(u_i, v_i), \gamma(u_i, v_i)\}$
- Himpunan parameter jika H_0 benar $(\omega) : \omega = \{\beta_0\}$
- Fungsi *likelihood* di bawah populasi $(L(\Omega))$:

$$L(\Omega) = \prod_{i=1}^{n} f\left(y_i ; \beta(u_i, v_i), \gamma(u_i, v_i)\right) \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \beta_k(u_i, v_i)\right)$$

- Fungsi *likelihood* di bawah H_0 $L(\omega)$

$$L(\omega) = \prod_{i=1}^{n} f\left(y_k ; \beta_0(u_i, v_i)\right)$$

$$= \prod_{i=1}^{n} \left[\left(\frac{1}{1 + \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \gamma_k(u_i, v_i)\right)} \right) \left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \gamma_k(u_i, v_i)\right) \right)^{z_i} \right.$$

$$\left. \left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \beta_k(u_i, v_i)\right)\right) \left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \beta_k(u_i, v_i)\right) \right)^{y_i}}{y_i !} \right)^{1-z_i} \right]$$

$$\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} = \frac{\prod_{i=1}^{n} \left(\exp\left(-\exp\left(\hat{\beta}_0(u_i, v_i)\right)\right) \left(\exp\left(\hat{\beta}_0(u_i, v_i)\right) \right)^{y_i} \right)^{1-z_i}}{\prod_{i=1}^{n} \left[\left(\frac{1}{1 + \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \hat{\gamma}_k(u_i, v_i)\right)} \right) \left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \hat{\gamma}_k(u_i, v_i)\right) \right)^{z_i} \left(\exp\left(-\exp\left(\hat{\beta}_0(u_i, v_i)\right)\right) \left(\exp\left(\hat{\beta}_0(u_i, v_i)\right) \right)^{y_i} \right)^{1-z_i} \right]}$$

- Nilai $\hat{\beta}(u_i, v_i)$ dan $\hat{\gamma}(u_i, v_i)$ diperoleh dari bagian 3

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

- Tolak H_0 jika $\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} < \lambda_0 < 1$, dimana $0 < \lambda_0 < 1$

- $G = -2\ln\left[\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})}\right]$ yang berdistribusi χ_v^2, tolak H_0 jika $G_{hitung} > \chi_{\alpha,v}^2$

3. $H_0 : \gamma_1(u_i, v_i) = \gamma_2(u_i, v_i) = \ldots = \gamma_k(u_i, v_i) = 0$

   H_1 : Paling sedikit ada satu $\gamma_k(u_i, v_i) \neq 0$

   - Himpunan parameter di bawah populasi $(\Omega) : \Omega = \{\beta(u_i, v_i), \gamma(u_i, v_i)\}$

   - Himpunan parameter di bawah $H_0(\omega) : \omega = \{\gamma_0\}$

   - Fungsi *likelihood* di bawah populasi $(L(\Omega))$:

$$L(\Omega) = \prod_{i=1}^{n} f\left(y_i; \beta(u_i, v_i), \gamma(u_i, v_i)\right)$$

$$= \prod_{i=1}^{n} \left[\left(\frac{1}{1 + \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k(u_i, v_i)\right)} \right) \left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\gamma_k(u_i, v_i)\right) \right)^{z_i} \right.$$

$$\left. \left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k(u_i, v_i)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k(u_i, v_i)\right)\right)^{y_i}}{y_i!} \right)^{1-z_i} \right]$$

   - Fungsi *likelihood* di bawah $H_0(L(\omega))$:

$$L(\omega) = \prod_{i=1}^{n} f\left(y_k; \gamma_0(u_i, v_i)\right)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$=\prod_{i=1}^{n}\left(\frac{1}{1+\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)\right)}\right)\left(\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{z_i}$$

$$\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})}=\frac{\prod_{i=1}^{n}\left(\frac{1}{1+\exp\left(\hat{\gamma}_0\left(u_i,v_i\right)\right)}\right)\left(\exp\left(\hat{\gamma}_0\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{z_i}}{\prod_{i=1}^{n}\left[\left(\frac{1}{1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\hat{\gamma}_k\left(u_i,v_i\right)\right)}\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\hat{\gamma}_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{z_i}\left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\hat{\beta}_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\hat{\beta}_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{y_i!}\right)^{1-z_i}\right]}$$

- Nilai $\hat{\beta}\left(u_i,v_i\right)$ dan $\hat{\gamma}\left(u_i,v_i\right)$ diperoleh dari bagian 3
- Tolak H_0 jika $\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})}<\lambda_0<1$, dimana $0<\lambda_0<1$
- $G=-2\ln\left[\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})}\right]$ yang berdistribusi χ_v^2, tolak H_0 jika $G_{hitung}>\chi_{\alpha,v}^2$

4. $H_0:\beta_k\left(u_i,v_i\right)=0$

   $H_1:\beta_k\left(u_i,v_i\right)\neq 0$

- Himpunan parameter di bawah populasi $(\Omega):\Omega=\left\{\beta\left(u_i,v_i\right),\gamma\left(u_i,v_i\right)\right\}$
- Himpunan parameter di bawah $H_0(\omega):\omega=\left\{\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right\}$
- Fungsi *likelihood* di bawah populasi $\left(L(\Omega)\right)$:

$$L(\Omega)=\prod_{i=1}^{n}f\left(y_i;\beta\left(u_i,v_i\right),\gamma\left(u_i,v_i\right)\right)$$

$$=\prod_{i=1}^{n}\left[\left(\frac{1}{1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)}\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p}x_{ik}\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{z_i}\right.$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$\left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{y_i!}\right)^{1-z_i}\Bigg]$$

- Fungsi *likelihood* di bawah $H_0\left(L\left(\omega\right)\right)$

$$L\left(\omega\right)=\prod_{i=1}^{n} f\left(y_i;\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)$$

$$=\prod_{i=1}^{n}\left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\beta_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}}{y_i!}\right)^{1-z_i}$$

$$\frac{L\left(\hat{\omega}\right)}{L\left(\hat{\Omega}\right)}=\frac{\prod_{i=1}^{n}\left(\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\hat{\beta}_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\hat{\beta}_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}\right)^{1-z_i}}{\prod_{i=1}^{n}\left[\left(\frac{1}{1+\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\hat{\gamma}_k\left(u_i,v_i\right)\right)}\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\hat{\gamma}_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{z_i}\left(\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\hat{\beta}_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)\left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik}\hat{\beta}_k\left(u_i,v_i\right)\right)\right)^{y_i}\right)^{1-z_i}\right]}$$

- Nilai $\hat{\beta}\left(u_i,v_i\right)$ dan $\hat{\gamma}\left(u_i,v_i\right)$ diperoleh dari bagian 3

- Tolak H_0 jika $\frac{L\left(\hat{\omega}\right)}{L\left(\hat{\Omega}\right)}<\lambda_0<1$, dimana $0<\lambda_0<1$

- $G=-2\ln\left[\frac{L\left(\hat{\omega}\right)}{L\left(\hat{\Omega}\right)}\right]$ yang berdistribusi χ_v^2, tolak H_0 jika $G_{hitung}>\chi_{\alpha,v}^2$

5. $H_0:\gamma_k\left(u_i,v_i\right)=0$

   $H_1:\gamma_k\left(u_i,v_i\right)\neq 0$

   - Himpunan parameter di bawah populasi $\left(\Omega\right):\Omega=\left\{\beta\left(u_i,v_i\right),\gamma\left(u_i,v_i\right)\right\}$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

- Himpunan parameter di bawah $H_0(\omega): \omega = \{\gamma_k(u_i, v_i)\}$

- Fungsi *likelihood* di bawah populasi $(L(\Omega))$:

$$L(\Omega) = \prod_{i=1}^{n} f\left(y_i; \beta(u_i, v_i), \gamma(u_i, v_i)\right)$$

$$= \prod_{i=1}^{n} \left[\left(\frac{1}{1 + \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \gamma_k(u_i, v_i) \right)} \right) \left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \gamma_k(u_i, v_i) \right) \right)^{z_i} \right.$$

$$\left. \left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \beta_k(u_i, v_i) \right) \right) \left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \beta_k(u_i, v_i) \right) \right)^{y_i}}{y_i!} \right)^{1-z_i} \right]$$

- Fungsi *likelihood* di bawah $H_0(L(\omega))$:

$$L(\omega) = \prod_{i=1}^{n} f\left(y_i; \gamma_k(u_i, v_i)\right)$$

$$= \prod_{i=1}^{n} \left(\frac{1}{1 + \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \gamma_k(u_i, v_i) \right)} \right) \left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \gamma_k(u_i, v_i) \right) \right)^{z_i}$$

$$\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} = \frac{\prod_{i=1}^{n} \left(\frac{1}{1 + \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \gamma_k(u_i, v_i) \right)} \right) \left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \gamma_k(u_i, v_i) \right) \right)^{z_i}}{\prod_{i=1}^{n} \left[\left(\frac{1}{1 + \exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \hat{\gamma}_k(u_i, v_i) \right)} \right) \left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \hat{\gamma}_k(u_i, v_i) \right) \right)^{z_i} \left(\frac{\exp\left(-\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \hat{\beta}_k(u_i, v_i) \right) \right) \left(\exp\left(\sum_{k=0}^{p} x_{ik} \hat{\beta}_k(u_i, v_i) \right) \right)^{y_i}}{y_i!} \right)^{1-z_i} \right]}$$

- Nilai $\hat{\beta}(u_i, v_i)$ dan $\hat{\gamma}(u_i, v_i)$ diperoleh dari bagian 3

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

- Tolak H_0 jika $\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} < \lambda_0 < 1$, dimana $0 < \lambda_0 < 1$

- $G = -2\ln\left[\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})}\right]$ yang berdistribusi χ^2_v, tolak H_0 jika $G_{hitung} > \chi^2_{\alpha,v}$

Selanjutnya pengujian parsial bertujuan untuk mengetahui signifikansi masing-masing parameter $\beta(u_i, v_i)$ dan masing-masing parameter $\gamma(u_i, v_i)$ di setiap lokasi pengamatan. Berikut pengujian parsial pada parameter $\beta(u_i, v_i)$ dan $\gamma(u_i, v_i)$:

a. Pengujian Parsial Parameter $\beta(u_i, v_i)$

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

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

Pengujian parsial terhadap parameter $\beta(u_i, v_i)$ menggunakan statistik uji Wald (W) yaitu: $W = \frac{\hat{\beta}}{se\,\hat{\beta}} \sim Z_{(0,1)}$. Kriteria keputusan tolak H_0 jika $W > Z_{\alpha/2}$

b. Pengujian Parsial Parameter $\gamma(u_i, v_i)$

Pengujian parsial terhadap parameter $\gamma(u_i, v_i)$ menggunakan statistik uji W dengan hipotesis:

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

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

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Statistik uji: $W = \frac{\hat{\beta}}{se\,\hat{\beta}} \sim Z_{(0,1)}$

Kriteria keputusan tolak H_0 jika $W > Z_{\alpha/2}$.

4.2 Aplikasi pada Data Jumlah Kasus Penyakit Tetanus Neonatorum di Jawa Timur Tahun 2014

4.2.1 Deskripsi Jumlah Kasus Penyakit Tetanus Neonatorum di Jawa Timur

Menurut profil kesehatan provinsi Jawa Timur 2014, tetanus neonatorum (TN) adalah penyakit yang disebabkan *Clostridium Tetani* pada bayi (umur < 28 hari) yang dapat menyebabkan kematian. Penanganan Tetanus Neonatorum tidak mudah, sehingga yang terpenting adalah upaya pencegahan melalui pertolongan persalinan yang higienis dan imunisasi Tetanus Toxoid (TT) ibu hamil serta perawatan tali pusat. Jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum di Jawa Timur mencapai 33 kasus dengan kasus kematian 15 orang. Kabupaten Bangkalan memiliki jumlah kasus tertinggi yaitu 9 kasus.

Berdasarkan tabel 4.1, persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil (X_1) memiliki nilai rata-rata lebih kecil dibandingkan variabel prediktor yang lain yaitu sebesar 36,9158, tetapi nilai standar deviasinya paling besar dibandingkan variabel prediktor yang lain yaitu sebesar 38,54980 yang berarti terdapat cukup ketimpangan terhadap antusiasme imunisasi pada ibu hamil. Oleh karena itu, seharusnya dilakukan upaya agar para wanita terutama

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

wanita hamil untuk melakukan imunisasi antenatal sejak kandungan dini agar terhindar dari bakteri tetanus saat persalinan.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Variabel

Variabel	Rata-rata	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
Y	0,8684	1,90548	0	9
X_1	36,9158*	38,54980*	0*	178,50*
X_2	92,1674*	4,22451*	83,59*	100,99*
X_3	1,0001E2*	4,44049*	90,10*	110,70*
X_4	84,4658*	14,41190*	40,60*	113,60*

*) satuan = persen (%)

(Sumber : Hasil olah data SPSS 16, 2017)

4.2.2 Uji Multikolinearitas

Berikut merupakan hasil nilai VIF antara satu variabel prediktor dengan beberapa variabel prediktor lainnya.

Tabel 4.2 Nilai VIF dari Variabel Prediktor

Variabel	VIF
X_1	1,041
X_2	1,494
X_3	1,527
X_4	1,050

(Sumber : Hasil olah data SPSS 16, 2017)

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai VIF dari masing-masing variabel prediktor memiliki nilai kurang dari 10 sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat korelasi yang tinggi antar variabel prediktor.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.2.3 Uji Heterogenitas Spasial

Jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum di setiap kabupaten/kota memiliki karakteristik masing-masing dalam berbagai aspek dari perbedaan geografis, ekonomi, sosial, dan budaya. Oleh karena itu, perlu diuji heterogenitas spasial menggunakan uji *breusch-pagan*. Hipotesis uji *breusch-pagan* adalah:

$$H_0 : \sigma^2(u_1, v_1) = \ldots = \sigma^2(u_{38}, v_{38}) = \sigma^2$$
$$H_1 : \text{paling sedikit terdapat satu } \sigma^2(u_i, v_i) \neq \sigma^2$$

Hasil pengujian *breusch-pagan* didapat nilai statistik uji *BP* sebesar 38,6169 dan titik kritis $\chi^2_{(0.05,4)}$ = 9,488. Statistik uji $BP > \chi^2_{(0.05,4)}$ atau tolak H_0 sehingga terdapat heterogenitas spasial atau terdapat perbedaan ragam antar kabupaten/kota dalam penelitian.

4.2.4 *Bandwidth* optimum

Langkah pertama dalam pemodelan data jumlah kasus tetanus neonatorum dengan pembobot *Fixed Bisquare Kernel* adalah menentukan *bandwidth* (*h*) optimum untuk keseluruhan kabupaten/kota di Jawa Timur. Berdasarkan metode *Cross Validation* (CV), didapatkan *bandwidth* optimum sebesar 200.000.

4.2.5 Pembobot *Fixed Bisquare Kernel*

Pembobot digunakan untuk memberikan penekanan yang berbeda untuk observasi yang berbeda dalam menghasilkan penduga parameter. Sebelum pembobot ditentukan harus dihitung dahulu d_{ij} yang merupakan jarak lokasi

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

(u_i, v_i) dengan lokasi (u_j, v_j) menggunakan jarak *Euclidean* sesuai dengan persamaan (2.5). Jarak *Euclidean* masing-masing kabupaten/kota dapat dilihat pada Lampiran 11. Dalam penentuan matriks pembobot dengan *fixed bisquare kernel* berarti menggunakan *bandwidth* yang sama di seluruh kabupaten/kota. Matriks pembobot dengan *fixed bisquare kernel* untuk setiap lokasi pengamatan dapat dilihat pada Lampiran 12.

Matriks pembobot digunakan untuk menduga parameter lokasi (u_i, v_i). Pendugaan parameter model GWZIPR diperoleh dengan memasukkan pembobot spasial menggunakan iterasi Newton-raphson dengan fungsi *fixed bisquare kernel* di setiap kabupaten/kota sehingga didapatkan nilai pendugaan parameter di setiap lokasi pengamatan (u_i, v_i) dimana $i = 1, 2, ..., 38$ dapat dilihat pada Lampiran 13.

4.2.6 Overdispersi

Kondisi overdispersi yaitu nilai ragam lebih besar daripada nilai rataan pada peubah Y. Untuk mendeteksi adanya overdispersi pada model GWZIPR dengan pembobot *fixed bisquare kernel* menggunakan *deviance* sesuai dengan persamaan (2.22).

Tabel 4.3 Uji Overdispersi pada Model GWZIPR dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel*

Pembobot	*deviance*	db	*deviance*/db
fixed bisquare kernel	60,9138	28	2.1754928571

(Sumber : Hasil olah data Software R, 2017)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Nilai *deviance* dibagi dengan derajat bebas menghasilkan nilai lebih dari 1. Hal ini menunjukkan terjadi overdispersi pada model GWZIPR pada pembobot *fixed bisquare kernel*.

4.2.7 Pemodelan *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR)

Model GWZIPR merupakan salah satu model yang digunakan untuk mengatasi overdispersi pada model GWPR. Penyebab overdispersi adalah banyak nilai nol yang terdapat pada peubah respon yang berdistribusi Poisson. Jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum dengan menggunakan model GWZIPR melibatkan faktor geografis dari setiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Model GWZIPR menggunakan nilai *bandwidth* optimum dengan menggunakan metode *Cross Validation* (CV) dan jarak *Euclidean* untuk mendapatkan matriks pembobot spasial, $\boldsymbol{W}\left(u_i, v_i\right)$ dengan $i = 1, 2, ..., 38$, dengan fungsi *fixed kernel* pada setiap kabupaten/kota. Pembobot spasial model GWZIPR secara keseluruhan di kabupaten/kota dilihat pada Lampiran 12.

4.2.8 Pengujian Parameter secara Simultan Model GWZIPR

Pengujian serentak parameter model GWZIPR, dengan hipotesis sebagai berikut:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = ... = \beta_4(u_i, v_i) = 0$
H_1 : minimal ada satu $\beta_j(u_i, v_i) \neq 0$

$H_0 : \gamma_1(u_i, v_i) = ... = \gamma_4(u_i, v_i) = 0$
H_1 : minimal ada satu $\gamma_j(u_i, v_i) \neq 0$

dengan $j = 1, 2, ..., 4; i = 1, 2, ..., 38$

Berdasarkan tabel 4.3, diperoleh nilai *deviance* (G) sebesar 60,9138 dengan $db = 10$ dan nilai $\chi^2_{(0.05,10)} = 18,307$. Pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ diperoleh $G > \chi^2_{(0.05,10)}$, maka dapat disimpulkan bahwa tolak H_0 yang berarti model GWZIPR layak digunakan pada pemodelan.

4.2.9 Pengujian Parameter secara Parsial Model GWZIPR

Pengujian parameter secara parsial untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah penyakit tetanus neonatorum dengan model GWZIPR di setiap lokasi pengamatan.

Hipotesis yang digunakan adalah

$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = ... = \beta_4(u_i, v_i) = 0$
H_1 : minimal ada satu $\beta_j(u_i, v_i) \neq 0$

$H_0 : \gamma_1(u_i, v_i) = ... = \gamma_4(u_i, v_i) = 0$
H_1 : minimal ada satu $\gamma_j(u_i, v_i) \neq 0$

dengan $j = 1, 2, ..., 4; i = 1, 2, ..., 38$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Statistik uji yang digunakan adalah wald (W). Tolak H_0 jika statistik uji $W > Z_{0.025}$ atau peubah prediktor berpengaruh terhadap jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum. Statistik uji W untuk masing-masing peubah setiap kabupaten/kota di Jawa Timur dapat dilihat pada Lampiran 14.

Peubah prediktor yang signifikan di kabupaten/kota di Jawa Timur berbeda-beda. Tabel 4.4 menunjukkan peubah prediktor yang signifikan di masing-masing kabupaten/kota dengan pembobot *fixed bisquare kernel*.

Tabel 4.4 Peubah yang Signifikan Di Jawa Timur dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* dengan Model GWZIPR

Kabupaten/Kota	Model log	Model logit
Pacitan	X_1, X_2, X_3	X_1, X_4
Ponorogo	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Trenggalek	X_1, X_2, X_3, X_4	X_2, X_3, X_4
Tulungagung	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Blitar	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Kediri	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Malang	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Lumajang	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Jember	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Banyuwangi	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Bondowoso	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Situbondo	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Probolinggo	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Pasuruan	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Sidoarjo	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Mojokerto	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Jombang	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Nganjuk	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Madiun	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Magetan	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Ngawi	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Bojonegoro	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Tuban	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Lamongan	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Gresik	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Bangkalan	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Sampang	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Pamekasan	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Sumenep	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Kota Kediri	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Kota Blitar	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Kota Malang	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Kota Probolinggo	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Kota Pasuruan	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Kota Mojokerto	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Kota Madiun	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Kota Surabaya	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4
Kota Batu	X_1, X_2, X_3, X_4	X_1, X_2, X_3, X_4

(Sumber : Hasil olah data Software R, 2017)

Tabel 4.4 menunjukkan pengelompokan peubah prediktor yang signifikan di kabupaten/kota dengan pembobot *fixed bisquare kernel* terbagi menjadi 2 kelompok pada model log dan 3 kelompok pada model logit. Peubah model log pada kelompok pertama hanya 1 faktor penanganan komplikasi neonatal terhadap jumlah ibu hamil (X_4) tidak berpengaruh terhadap jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum di Jawa Timur tahun 2014. Sedangkan pada kelompok 2 terdiri dari semua faktor yaitu cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil (X_1), Ibu bersalin ditolong tenaga kesehatan (X_2), cakupan kunjungan neonatal lengkap terhadap jumlah bayi (X_3), dan penanganan komplikasi neonatal terhadap jumlah

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ibu hamil (X_4). Model logit kelompok pertama terdiri dari 2 faktor ibu bersalin ditolong tenaga kesehatan (X_2) dan cakupan kunjungan neonatal lengkap terhadap jumlah bayi (X_3) yang tidak berpengaruh terhadap jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum di Jawa Timur tahun 2014. Sedangkan pada kelompok 2 terdiri dari semua faktor yaitu cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil (X_1), Ibu bersalin ditolong tenaga kesehatan (X_2), cakupan kunjungan neonatal lengkap terhadap jumlah bayi (X_3), dan penanganan komplikasi neonatal terhadap jumlah ibu hamil (X_4). Kemudian kelompok ketiga terdiri dari 1 faktor cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil (X_1) yang tidak berpengaruh terhadap jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum di Jawa Timur tahun 2014.

4.2.10 Pemodelan GWZIPR dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel*

Pemodelan GWZIPR untuk setiap kabupaten/kota didapatkan dari pengujian parsial. Pemodelan GWZIPR secara keseluruhan di kabupaten/kota Jawa Timur dapat dilihat pada Lampiran 22 dan Lampiran 23. Berikut contoh pemodelan GWZIPR dilakukan pada lokasi penelitian ke-30 yaitu Kota Kediri dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4.5 Pengujian Parameter Model GWZIPR Di Kota Kediri dengan *Pembobot Fixed Bisquare Kernel* untuk Model Log

Fixed bisquare kernel			
Parameter	Nilai duga	W	Keterangan
β_0	-23.53096742	-0.306117758	Tidak signifikan
β_1	-0.00835287	-86.45039454	Signifikan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

β_2	-0.293322729	-46.17656809	Signifikan
β_3	0.512848748	48.51252552	Signifikan
β_4	-0.0126754	-25.87358201	Signifikan

(Sumber : Hasil olah data Software R, 2017)

Tabel 4.6 Pengujian Parameter Model GWZIPR Di Kota Kediri dengan *Pembobot Fixed Bisquare Kernel* untuk Model Logit

Fixed bisquare kernel			
Parameter	Nilai duga	W	Keterangan
γ_0	-51.94824996	-0.100319151	Tidak signifikan
γ_1	0.221429638	139.704679	Signifikan
γ_2	-3.869690283	-44.13238592	Signifikan
γ_3	4.541672316	53.75631518	Signifikan
γ_4	-0.526613051	-107.6101668	Signifikan

(Sumber : Hasil olah data Software R, 2017)

Statistik uji yang digunakan adalah statistik uji W dengan keputusan tolak H_0 jika $W > Z_{0.025}$. Nilai $Z_{0.025} = 1.96$ maka semua peubah prediktor signifikan pada pembobot *fixed bisquare kernel*. Model GWZIPR dengan pembobot *fixed bisquare kernel* pada jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum di Kota Kediri adalah:

$$\ln\left(\hat{\mu}_{30}\right) = -0.00835287X_1 - 0.293322729X_2 + 0.512848748X_3 - 0.0126754X_4$$

dan

$$\text{logit}\left(\hat{\omega}_{30}\right) = 0.221429638X_1 - 3.869690283X_2 + 4.541672316X_3 - 0.526613051X_4$$

Berdasarkan Tabel 4.5 peubah prediktor yang signifikan di Kota Kediri pada model log adalah $X_1, X_2, X_3,$ dan X_4. Model log menjelaskan bahwa setiap perubahan 1% persentase cakupan kunjungan neonatal lengkap terhadap jumlah bayi meningkatkan log rata-rata kasus tetanus neonatorum sebesar 0.512848748.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Hal ini tidak sesuai harapan, karena variabel X_3 yang diharapkan mampu mengurangi jumlah kasus justru dapat meningkatkan jumlah kasus, walaupun tergolong kecil. Setiap perubahan 1% persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil menurunkan log rata-rata kasus Tetanus Neonatorum sebesar 0.00835287.

Berdasarkan Tabel 4.6 model logit menjelaskan bahwa peluang tidak terjadi kasus tetanus neonatorum di setiap kabupaten/kota di Jawa Timur $(y_i = 0)$ dipengaruhi oleh empat variabel prediktor yaitu persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil (X_1), persentase ibu bersalin ditolong tenaga kesehatan (X_2), persentase cakupan kunjungan neonatal lengkap terhadap jumlah bayi (X_3), persentase penanganan komplikasi neonatal terhadap jumlah ibu hamil (X_4). Model logit yang memiliki arti resiko tidak terjadinya kasus penyakit Tetanus Neonatorum di kota Kediri sebesar 0.221429638 jika cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil di Kota Kediri dan kabupaten/kota tetangga bertambah 1%. Begitu juga dengan pengertian dari peubah lainnya yaitu peubah ibu bersalin ditolong tenaga kesehatan (X_2), cakupan kunjungan neonatal lengkap terhadap jumlah bayi (X_3) dan penanganan komplikasi neonatal terhadap jumlah ibu hamil (X_4).

Hasil dari model GWZIPR dengan pembobot *fixed bisquare kernel* di Kota Kediri masih terdapat peubah yang hasilnya tidak sesuai dengan teori. Berdasarkan peubah yang signifikan secara keseluruhan yaitu faktor cakupan kunjungan neonatal lengkap tidak sesuai dengan teori.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Salah satu faktor yang dapat mengurangi jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum adalah adanya cakupan kunjungan neonatal lengkap. Cakupan kunjungan neonatal adalah cakupan neonatus yang mendapatkan pelayanan sesuai standar sedikitnya tiga kali yaitu 1 kali pada 6-48 jam, 1 kali pada hari ke-3 –hari ke-7 dan 1 kali pada hari ke-8 - hari ke-28 setelah lahir di suatu wilayah kerja pada kurun waktu tertentu. Kunjungan neonatal bertujuan untuk meningkatkan akses neonatus terhadap pelayanan kesehatan dasar, mengetahui sedini mungkin bila terdapat kelainan pada bayi atau mengalami masalah. Hasil penelitian ini diperoleh tidak sesuai dengan harapan, dikarenakan pada model GWZIPR yaitu faktor cakupan kunjungan neonatal melipatkan log rata-rata jumlah kasus penyakit Tetanus Neonatorum.

Berdasarkan profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2014 pemberian faktor cakupan kunjungan neonatal lengkap belum mencapai target. Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan angka cakupan indikator ini adalah dengan fasilitasi, baik dari segi manajemen program Kesehatan Ibu dan Anak (KIA) maupun pencatatan dan pelaporan, peningkatkan klinis keterampilan petugas di lapangan serta melibatkan multi pihak dalam pelaksanaan program dimaksud. Kabupaten/kota yang belum mencapai target diharapkan melakukan pelayanan neonatal yang berkualitas dengan memulai pemetaan serta pematauan mulai ibu hamil serta melakukan pelayanan AnteNatal Care (ANC) yang berkualitas.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.3 Kajian tentang Estimasi pada Surat Az-Zukhruf

Dalam al-Quran terdapat ayat yang menjelaskan tentang estimasi di dalam surat az-Zukhruf. Surat az-Zukhruf adalah surat ke-43 dalam al-Quran. Surat ini tergolong surat Makiyah, terdiri atas 89 ayat. Dinamakan az-Zukhruf yang berarti *Perhiasan* karena kata az-Zukhruf yang terdapat pada ayat 35 pada surat ini. Ayat ini menegaskan bahwa harta tidak dapat dijadikan dasar untuk mengukur tinggi rendah tinggi rendahnya derajat seseorang, karena harta itu merupakan hiasan kehidupan duniawi, bukan berarti kesenangan akhirat.

Menurut tafsir Al-Jalalain dalam surat az-Zukhruf ayat 20 sebagai berikut:

وقالوا لو شاء الرحمن ما عبدناهم» أى الملائكة فعبادتنا إياهم بمشيئته فهو » راض بها قال تعالى: «ما لهم بذلك» المقول من الرضا بعبادتها «من علم إن» ما «هم إلا يخرصون» يكذبون فيه فيترتب عليهم العقاب به.

(Dan mereka berkata, "Jika Allah Yang Maha Pemurah menghendaki tentulah kami tidak menyembah mereka") tidak menyembah malaikat; maka ibadah atau penyembahan kami kepada mereka berdasarkan kehendak dari-Nya, Dia rela kami melakukan hal itu. Lalu Allah berfirman, "(Tiadalah bagi mereka tentang hal itu) yakni dugaan mereka yang mengatakan bahwa Allah rela mereka menyembah malaikat (suatu pengetahuan pun, tidak lain) tiada lain (mereka hanya menduga-duga belaka) hanya berdusta belaka tentang itu, karenanya mereka harus menerima siksaan (Tafsir Al-Jalalain, Az-Zukhruf 43:20).

Menurut Tafsir Ibnu Katsir dalam surat az-Zukhruf ayat 20 adalah seandainya Allah berkehendak, tentulah Dia menghalang-halangi antara kami dan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

penyembahan kami terhadap berhala-berhala ini yang dibentuk dalam rupa para malaikat yang merupakan anak-anak perempuan Allah. Karena sesungguhnya Dia mengetahui hal tersebut, dan hal ini berarti Dia menyetujui kami melakukan hal tersebut.

Dengan demikian, mereka (orang-orang musyrik) itu melakukan berbagai macam kekeliruan, yang dapat disimpulkan seperti berikut: Pertama, mereka telah menganggap Allah beranak, padahal Maha Suci lagi Maha Tinggi Allah SWT dari hal tersebut dengan ketinggian yang setinggi-tingginya.

Kedua, anggapan mereka yang menyatakan bahwa Allah memilih anak-anak perempuan daripada anak laki-laki, maka mereka menganggap para malaikat yang merupakan hamba-hamba Tuhan Yang Maha Pemurah sebagai jenis perempuan.

Ketiga, selain itu mereka menyembah para malaikat itu tanpa adil, tanpa keterangan, serta tanpa izin dari Allah SWT. Bahkan hanya semata-mata berdasarkan pendapat sendiri dan keinginan hawa nafsu serta mengikuti jejak nenek moyang pendahulu mereka yang tersesat di lembah kejahiliahan.

Keempat, alasan mereka yang mengatakan bahwa penyembahan mereka kepada berhala-berhala itu merupakan suatu hal yang disahkan oleh takdir, padahal kenyataannya mereka tidak beralasan, bahkan terjerumus ke dalam kebodohan yang parah. Karena sesungguhnya Allah SWT mengingkari perbuatan tersebut dengan pengingkaran yang keras, sebab sejak Allah SWT mengutus para rasul dan menurunkan kitab-kitabNya, selalu memerintahkan kepada manusia

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

untuk menyembah Dia semata, tiada sekutu bagi-Nya. Dan Dia melarang penyembahan kepada selain-Nya.

Berdasarkan tafsir-tafsir di atas, berkaitan dengan estimasi dalam Statistik. Estimasi merupakan nilai pendugaan dari suatu data statistik, sebagai sampel yang digunakan untuk mengisi suatu parameter. Tafsir Ibnu Katsir yang keempat menjelaskan bahwa "padahal kenyataannya mereka tidak beralasan" yang berarti mereka menduga-duga terhadap penyembahan mereka. Namun dalam proses menduga-duga atau estimasi harus mempunyai pegangan dengan mengetahui dan memahami ilmu-ilmu yang mempelajari hal tersebut.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa

1. Estimasi parameter *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR) dengan pembobot *fixed bisquare kernel* adalah

$$\beta(u_i,v_i)^{(m)} = \beta(u_i,v_i)^{(m-1)} - \left(H(u_i,v_i)^{(m-1)}\right)^{-1} U(u_i,v_i)^{(m-1)}$$

dan

$$\gamma(u_i,v_i)^{(m)} = \gamma(u_i,v_i)^{(m-1)} - \left(H(u_i,v_i)^{(m-1)}\right)^{-1} U(u_i,v_i)^{(m-1)}$$

untuk $m = 1,2,3,...,n$ dimana $\beta(u_i,v_i)^{(0)}$ dan $\gamma(u_i,v_i)^{(0)}$ adalah nilai awal,

$$U_p(\beta) = \sum_{i=1}^{n} w_{ij}(u_i,v_i)\left(1 - z_i^{(m)}\right) x_{pi}\left(y_i - \exp\left(\beta_0(u_i,v_i) + \beta_1(u_i,v_i)x_{1i} + ... + \beta_p(u_i,v_i)x_{pi}\right)\right)$$

$$H_{pp}(\beta) = -\sum_{i=1}^{n}\left[w_{ij}(u_i,v_i)\left(1 - z_i^{(m)}\right) x_{pi}^2 \exp\left(\beta_0(u_i,v_i) + \beta_1(u_i,v_i)x_{1i} + ... + \beta_p(u_i,v_i)x_{pi}\right)\right]$$

$$U_p(\gamma) = \sum_{i=1}^{n} w_{ij}(u_i,v_i)\left[z_i^{(m)} x_{pi} - \frac{1}{\left(1 + \exp\left(\gamma_0(u_i,v_i) + \gamma_1(u_i,v_i)x_{1i} + ... + \gamma_p(u_i,v_i)x_{pi}\right)\right)}\right.$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$$\left(x_{pi}\left(\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)\right)\Bigg]$$

$$H_{pp}\left(\gamma\right)=-\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(u_i,v_i\right)$$

$$\left(\frac{x_{pi}{}^2\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)}{\left(1+\exp\left(\gamma_0\left(u_i,v_i\right)+\gamma_1\left(u_i,v_i\right)x_{1i}+\ldots+\gamma_p\left(u_i,v_i\right)x_{pi}\right)\right)^2}\right)$$

2. Pemodelan GWZIPR secara keseluruhan di kabupaten/kota Jawa Timur dapat dilihat pada Lampiran 22 dan Lampiran 23. Sebagai contoh pemodelan GWZIPR pada lokasi penelitian ke-30 yaitu Kota Kediri:

$$\ln\left(\hat{\mu}_{30}\right)=-0.00835287X_1-0.293322729X_2+0.512848748X_3-0.0126754X_4$$

dan

$$\text{logit}\left(\hat{\omega}_{30}\right)=0.221429638X_1-3.869690283X_2+4.541672316X_3-0.526613051X_4$$

5.2 Saran

Penelitian ini masih terdapat beberapa permasalahan yaitu terdapat peubah yang hasilnya kurang sesuai dengan teori. Saran untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menambahkan peubah lain yang masih berkaitan dengan jumlah kasus penyakit tetanus neonatorum.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR RUJUKAN

Agresti, A. 2002. *Categorical Data Analysis*. *Second Edition*. New York: John Wiley and Sons.

Nugroho, Agung. 2012. *Analisis Pengaruh Rasio Keuangan Terhadap Tingkat Pertumbuhan Laba pada Perusahaan BUMN yang Terdaftar di BEI Tahun 2006-2010*. Naskah Publikasi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Anderson, M.P., 1992. *Applied Groundwater Modelling: Simulation of Flow and Advective Transport (2nd edition ed)*, academic Press, Netherlands.

Andres, N. D. 2011. *Pemodelan Penyakit Malaria Di Provinsi Jawa Barat Dengan Regresi Zero-Inflated Poisson*. http://repository.upi.edu (sitasi tanggal 10 November 2016. pukul 20.09 WIB).

Anselin, L. 1988. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Cameron, A C dan Trivedi, P K. 1998. *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge University Press: Cambridge.

Chasco, C. et al. 2007. *Modelling Spatial Variations in Household Disposable Income with Geographically Weighted Regression, Munich Personal RePEc Archive Paper*. No.9581.

Dempster, A. P, Laird, N. M, Rubin, D.B. *Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm*. *Journal of the Royal Statistical Society*. Series B (*Methodological*). 1977. Vol. 39. No. 1: 1-38.

Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. 2014. *Profil Kesehatan Jawa Timur Tahun 2014*. Jawa Timur: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.

Fischer, M. dan Getis, A. 2009. *Handbook of Applied Spatial Analysis*. New York: Springer.

Fotheringham, A.S., Brundson, C., dan Charlton, M. 2002. *Geographically Weighted Regression*. Chichester: John Wiley and Sons.

Hall, D, B and Shen, J. *Robust Estimation for Zero-Inflated Poisson Regression. Scandinavian Journal of Statistics*, Blackwell Publishing Ltd. 2009:1-16.

Hasriana, dkk. 2006. *Pemodelan Kemiskinan menggunakan Geographically Weighted Logistic Regression dengan Fungsi Pembobot Fixed Kernel*. Universitas Hasanuddin.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Hilbe, J, M. 2011. *Negatif Binomial Regression* 2nd*Edition*. Cambridge: Cambridge University Press.

Jansakul, N. et al., 2001. *Score Test for Zero-Inflated Poisson Models*. Computational Statistics & Data Analysis 40,2002:75-96.

Khoshgoftaar, T.M., Gao, K, dan Szabo, R.M., 2004. *Comparing Software Fault Predictions of Pure and Zero-Inflated Poisson Regression Models*. International Journal of system Science 36,11:705-715.

Lambert, D. 1992. *Zero Inflated Poisson Regression, With An Application To Detect In Manufacturing*. Journal Techno metrics, Feb 1992 Vol 32 no 1.

Leung, Y., Mei, C.L., dan Zhang, W.X. 2000. *Statistic Tests for Spatial Non Stasionarity Based on The Geographically Weighted Regression Model. Journal Statistics and Computation*, 32 (2):9-32.

Mood, A.m., Graybill, F.A. and Boes, D.C.1974. *Introduction to The Theory of Statistics*, Third Edition, McGraw-Hill, Singapura.

Myers,R.H. 1990. *Classical and Modern Regression with Application*. Boston: PWS-KENT Publishing Company.

Nusantara, Ratih Kumala Puspa & Purhadi. 2015. *Pemodelan Jumlah Kasus Penyakit Tetanus Neonatorum Di Jawa Timur Tahun 2012 dengan Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression (GWZIPR)*. Jurnal Sains dan Seni ITS. Vol. 4 No. 1.

Purhadi, R. M., & Wulandari, S. P. 2012. Geographically Weighted Ordinal Logistic Regression Model (Vol.16, Issue :3 ed.). Surabaya: International Journal of Mathematics and Computation.

Ibn Othman. 2014. *Quran Navigator*. Diperoleh 29 Juli 2017, dari https://ibnothman.com/quran.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data

Kabupaten/Kota	Y	X_1	X_2	X_3	X_4
Pacitan	0	0.9	86.1	90.1	76.8
Ponorogo	0	8	89.52	96.1	90.4
Trenggalek	0	57.9	91.81	99.1	81.1
Tulungagung	0	27.6	92.75	97.9	86
Blitar	0	14.4	87.21	93.1	94.6
Kediri	0	19.7	93.28	97	81
Malang	0	11.6	99.85	102.5	90.7
Lumajang	1	0	95.26	103.7	79.7
Jember	5	0	83.59	97.1	89.3
Banyuwangi	1	18.1	91.57	99.4	73.4
Bondowoso	1	58	91	101.7	92.8
Situbondo	2	24.1	85.83	98.6	86.7
Probolinggo	2	75.7	88.28	98.1	70.3
Pasuruan	0	41.1	94.64	110.7	107.2
Sidoarjo	0	34.1	99.25	103.1	40.6
Mojokerto	0	0	88.29	98.6	66.2
Jombang	0	3.8	90.8	108.8	98.2
Nganjuk	0	0	90.07	94.1	102.1
Madiun	0	16.7	89.8	97.5	91.8
Magetan	0	178.5	91.27	97.8	89.4
Ngawi	0	34.7	89.23	102.2	89.7
Bojonegoro	2	103.6	98.12	107.6	111.3
Tuban	1	85.3	95.64	103.3	81.3
Lamongan	1	62.4	96.93	103.1	79.5
Gresik	0	7.2	89.86	94.9	57.9
Bangkalan	9	17.9	94.92	106.1	65.2
Sampang	6	81.2	87.44	103.7	83.2
Pamekasan	0	14.6	88.25	100.4	73.6
Sumenep	2	60.1	93.21	101.1	69.7
Kota Kediri	0	28.1	94.17	101.3	113.6
Kota Blitar	0	62	87.26	92.9	86.3
Kota Malang	0	6.4	91.59	100	77.8
Kota Probolinggo	0	109.5	93.79	95.3	78.2
Kota Pasuruan	0	9.4	90.72	97	79.3

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lanjutan Lampiran 1

Kabupaten/Kota	Y	X_1	X_2	X_3	X_4
Kota Mojokerto	0	56.8	100.99	104.7	98.1
Kota Madiun	0	0.8	98.25	100.7	87.3
Kota Surabaya	0	23.3	96.45	100.4	100.4
Kota Batu	0	49.3	95.37	100.8	89

Keterangan:

Y : Jumlah kasus penyakit Tetanus Neonatorum di Jawa Timur Tahun 2014 (orang)

X_1 : Cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil (%)

X_2 : Ibu bersalin ditolong tenaga kesehatan (%)

X_3 : Cakupan kunjungan neonatal lengkap terhadap jumlah bayi (%)

X_4 : Penanganan komplikasi neonatal terhadap jumlah ibu hamil (%)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 2. Koordinat Kabupaten/Kota Di Jawa Timur dalam Meter

Kabupaten/Kota	u	v	Kabupaten/Kota	u	v
Pacitan	9102435.44	506610	Magetan	9183133.15	520967.83
Ponorogo	9199711.62	528702.44	Ngawi	9199704.1	539741.96
Trenggalek	9110150.81	546278.4	Bojonegoro	9215163	558527.31
Tulungagung	9112346.43	559504.06	Tuban	9279201.17	611671.31
Blitar	9103405.8	610174.85	Lamongan	9217224.72	636946.25
Kediri	9174160.91	613652.88	Gresik	9216068.74	654616.64
Malang	9160789.15	651133.87	Bangkalan	9223789.04	661268.67
Lumajang	9106244.54	734730.57	Sampang	9213539.32	737468.06
Jember	9103885.53	761180.05	Pamekasan	9222321.13	751877.15
Banyuwangi	9099179.45	194738.36	Sumenep	9225498.64	779529.85
Bondowoso	9164658.63	775876.72	Kota Kediri	9171957.23	610337.25
Situbondo	9178166.22	731778.84	Kota Blitar	9111120.27	620112.39
Probolinggo	9162772.47	711530.16	Kota Malang	9161891.46	652240.76
Pasuruan	9182762.45	692049.54	Kota Probolinggo	9175943.26	733976.63
Sidoarjo	9196157.53	656764.22	Kota Pasuruan	9183949.64	669973.19
Mojokerto	9195098.75	640996.12	Kota Mojokerto	9195107.15	637990.52
Jombang	9190719.27	624730.58	Kota Madiun	9185337.47	533108.67
Nganjuk	9186419.42	558493.85	Kota Surabaya	9209420.35	659014.48
Madiun	9185340.24	528694.15	Kota Batu	9171867.33	644546.9

MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 3. Nilai Statistika Deskriptif pada Variabel *Y*

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Y	38	.00	9.00	.8684	1.90548
Valid N (listwise)	38				

Lampiran 4. Nilai Statistika Deskriptif pada Variabel X_1

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
X1	38	.00	178.50	36.9158	38.54980
Valid N (listwise)	38				

Lampiran 5. Nilai Statistika Deskriptif pada Variabel X_2

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
X2	38	83.59	100.99	92.1674	4.22451
Valid N (listwise)	38				

Lampiran 6. Nilai Statistika Deskriptif pada Variabel X_3

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
X3	38	90.10	110.70	1.0001E2	4.44049
Valid N (listwise)	38				

Lampiran 7. Nilai Statistika Deskriptif pada Variabel X_4

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
X4	38	40.60	113.60	84.4658	14.41190
Valid N (listwise)	38				

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 8. Hasil Uji Multikolinearitas

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-1.558	7.210		-.216	.830		
	X1	.005	.008	.092	.604	.550	.960	1.041
	X2	-.209	.082	-.464	-2.554	.015	.669	1.494
	X3	.244	.079	.569	3.097	.004	.655	1.527
	X4	-.034	.020	-.257	-1.684	.102	.953	1.050

a. Dependent Variable: Y

Lampiran 9. Hasil Uji Heterogenitas Spasial

REGRESSION

SUMMARY OF OUTPUT: SPATIAL LAG MODEL - MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION

Data set	: data5			
Spatial Weight	: data5			
Dependent Variable	:	Y	Number of Observations	: 38
Mean dependent var	:	0.868421	Number of Variables	: 6
S.D. dependent var	:	1.88024	Degrees of Freedom	: 32
Lag coeff. (Rho)	:	-0.749639		
R-squared	:	0.296038	Log likelihood	: -71.3967
Sq. Correlation	: -		Akaike info criterion	: 154.793
Sigma-square	:	2.48873	Schwarz criterion	: 164.619
S.E of regression	:	1.57757		

Variable	Coefficient	Std.Error	z-value	Probability
W_Y	-0.749639	0.665906	-1.12574	0.26027
CONSTANT	-0.940228	6.62165	-0.141993	0.88709
X1	0.00462435	0.00686612	0.673503	0.50063
X2	-0.204721	0.0751638	-2.72367	0.00646
X3	0.238651	0.0723637	3.29794	0.00097
X4	-0.0323245	0.0185063	-1.74668	0.08069

REGRESSION DIAGNOSTICS
DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY
RANDOM COEFFICIENTS

TEST	DF	VALUE	PROB
Breusch-Pagan test	4	38.6169	0.00000

DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE
SPATIAL LAG DEPENDENCE FOR WEIGHT MATRIX : data5

TEST	DF	VALUE	PROB
Likelihood Ratio Test	1	1.0638	0.30234

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

OBS	Y	PREDICTED	RESIDUAL	PRED ERROR
1	0	-0.22552	0.21126	0.22552
2	0	0.12773	-0.11597	-0.12773
3	0	0.92280	-0.89448	-0.92280
4	0	0.12894	-0.11715	-0.12894
5	0	-0.22891	0.23325	0.22891
6	0	-0.07347	0.08104	0.07347
7	0	-0.46507	0.46449	0.46507
8	1	1.09541	-0.08431	-0.09541
9	5	1.60980	3.32871	3.39020
10	1	1.91546	-0.74640	-0.91546
11	1	1.34007	-0.32389	-0.34007
12	2	1.70671	0.29628	0.29329
13	2	1.85770	0.14844	0.14230
14	0	2.21739	-2.16211	-2.21739
15	0	1.56677	-1.52504	-1.56677
16	0	1.75532	-1.70966	-1.75532
17	0	2.67811	-2.61324	-2.67811
18	0	-0.89873	0.88912	0.89873
19	0	0.40528	-0.38773	-0.40528
20	0	1.01442	-0.98419	-1.01442
21	0	1.82430	-1.77720	-1.82430
22	2	0.89408	1.09200	1.10592
23	1	1.26849	-0.25380	-0.26849
24	1	0.90131	0.10574	0.09869
25	0	0.83329	-0.80683	-0.83329
26	9	2.31464	6.55525	6.68536
27	6	2.99831	2.94829	3.00169
28	0	2.02705	-1.97573	-2.02705
29	2	1.50427	0.49451	0.49573
30	0	-0.24804	0.25198	0.24804
31	0	0.21069	-0.19720	-0.21069
32	0	1.05387	-1.02282	-1.05387
33	0	-0.07790	0.08538	0.07790
34	0	0.46924	-0.45036	-0.46924
35	0	-0.19804	0.20302	0.19804
36	0	-0.50802	0.50655	0.50802
37	0	-0.53100	0.52905	0.53100
38	0	0.29142	-0.27625	-0.29142

==========END OF REPORT==========

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 10. ***Bandwidth*** **di Keseluruhan Kabupaten/Kota dengan Pembobot** ***Fixed Bisquare Kernel***

```
*********************************************************************
****
*             Semiparametric Geographically Weighted Regression
*
*                         Release 1.0.80 (GWR 4.0.80)
*
*                              12 March 2014
*
*                 (Originally coded by T. Nakaya: 1 Nov 2009)
*
*
*
*              Tomoki Nakaya(1), Martin Charlton(2), Paul Lewis(2),
*
*         Jing Yao (3), A. Stewart Fotheringham (3), Chris Brunsdon (2)
*
*                       (c) GWR4 development team
*
* (1) Ritsumeikan University, (2) National University of Ireland,
Maynooth, *
*         (3) University of St. Andrews
*
*********************************************************************
****

Program began at 8/1/2017 1:43:58 AM

*********************************************************************
****
Session:
Session control file: D:\TUGAS KULIAH UIN\DATA\new\4.ctl
*********************************************************************
****
Data filename: D:\TUGAS KULIAH UIN\DATA\new\data3.csv
Number of areas/points: 38

Model settings----------------------------------
Model type: Poisson
Geographic kernel: fixed bi-square
Method for optimal bandwidth search: interval search
Criterion for optimal bandwidth: AICc
Number of varying coefficients: 5
Number of fixed coefficients:   0

Modelling options-------------------------------
Standardisation of independent variables: On
Testing geographical variability of local coefficients: On
Local to Global Variable selection: OFF
Global to Local Variable selection: OFF
Prediction at non-regression points: OFF

Variable settings-------------------------------
Area key: field8: ID
Easting (x-coord): field6 : u
Northing (y-coord): field7: v
Lat-lon coordinates: Spherical distance
Dependent variable: field1: Y
Offset variable is not specified
Intercept: varying (Local) intercept
Independent variable with varying (Local) coefficient: field2: X1
Independent variable with varying (Local) coefficient: field3: X2
```


CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

```
Independent variable with varying (Local) coefficient: field4: X3
Independent variable with varying (Local) coefficient: field5: X4
***********************************************************************
****

***********************************************************************
****
  Global regression result
***********************************************************************
****
  < Diagnostic information >
Number of parameters:                    5
Deviance:                           52.762541
Classic AIC:                        62.762541
AICc:                               64.637541
BIC/MDL:                            70.950472
Percent deviance explained           0.459107

Variable                  Estimate    Standard Error      z(Est/SE)
Exp(Est)
-------------------- --------------- --------------- --------------- ----
-----------
Intercept                 -0.924234        0.306118       -3.019205
0.396835
X1                         0.296133        0.183751        1.611599
1.344649
X2                        -1.097446        0.235341       -4.663211
0.333722
X3                         1.259851        0.231872        5.433387
3.524897
X4                        -0.831239        0.206860       -4.018372
0.435509

***********************************************************************
****
  GWR (Geographically weighted regression) bandwidth selection
***********************************************************************
****

Bandwidth search <interval search> min, max, step
    200000,  350000,  50000
 Bandwdith: 350000.000  Dev:     52.696  trace(Hat):    5.006  Criterion:
64.589 Valid_fit
 Bandwdith: 300000.000  Dev:     52.672  trace(Hat):    5.009  Criterion:
64.571 Valid_fit
 Bandwdith: 250000.000  Dev:     52.633  trace(Hat):    5.012  Criterion:
64.542 Valid_fit
 Bandwdith: 200000.000  Dev:     52.560  trace(Hat):    5.020  Criterion:
64.488 Valid_fit
Best bandwidth size 200000.000
Minimum AICc       64.488

***********************************************************************
****
  GWR (Geographically weighted regression) result
***********************************************************************
****
  Bandwidth and geographic ranges
Bandwidth size:                200000.000000
Coordinate                Min              Max           Range
--------------- --------------- --------------- ---------------
X-coord          9099179.450000  9279201.170000     1410.431404
Y-coord           194738.360000   779529.850000    16844.868930
 (Note: Ranges are shown in km.
```


CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

```
Diagnostic information
Effective number of parameters (model: trace(S)):
5.019541
Effective number of parameters (variance: trace(S'WSW^-1)):
5.016433
Degree of freedom (model: n - trace(S)):
32.980459
Degree of freedom (residual: n - 2trace(S) + trace(S'WSW^-1)):
32.977352
Deviance:                          52.559612
Classic AIC:                       62.598694
AICc:                              64.488306
BIC/MDL:                           70.818624
Percent deviance explained          0.461187

***********************************************************
 << Geographically varying (Local) coefficients >>
***********************************************************
Estimates of varying coefficients have been saved in the following file.
    Listwise output file: D:\TUGAS KULIAH UIN\DATA\new\4_listwise.csv

Summary statistics for varying (Local) coefficients
Variable                      Mean             STD
-------------------- --------------- ---------------
Intercept                 -0.899682        0.024024
X1                         0.288584        0.007733
X2                        -1.068507        0.028505
X3                         1.226057        0.032802
X4                        -0.808869        0.021633

Variable                       Min             Max           Range
-------------------- --------------- --------------- ---------------
Intercept                 -0.927480       -0.922725        0.004755
X1                         0.294703        0.297431        0.002727
X2                        -1.099029       -1.096342        0.002687
X3                         1.255112        1.264568        0.009457
X4                        -0.834240       -0.827737        0.006503

Variable               Lwr Quartile          Median    Upr Quartile
-------------------- --------------- --------------- ---------------
Intercept                 -0.924737       -0.923528       -0.923073
X1                         0.295695        0.296578        0.297057
X2                        -1.097794       -1.097536       -1.096711
X3                         1.256865        1.258904        1.261284
X4                        -0.832024       -0.830603       -0.829329

Variable             Interquartile R     Robust STD
-------------------- --------------- ---------------
Intercept                  0.001665        0.001234
X1                         0.001362        0.001010
X2                         0.001083        0.000803
X3                         0.004419        0.003275
X4                         0.002695        0.001998
 (Note: Robust STD is given by (interquartile range / 1.349) )

*********************************************************************
****
 GWR Analysis of Deviance Table
*********************************************************************
****
Source                 Deviance        DOF     Deviance/DOF
------------ ------------------- ---------- ----------------
Global model              52.763     33.000            1.599
GWR model                 52.560     32.977            1.594
Difference
```


CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

```
                  0.203      0.023             8.960
*************************************************************************
 Geographical variability tests of local coefficients
*************************************************************************
 Variable             Diff of deviance    Diff of DOF    DIFF of
Criterion
-------------------- ------------------ ---------------- ----------------
-
Intercept                    0.006414         0.000538        -0.004934
X1                           0.010726         0.002247        -0.004548
X2                           0.000748        -0.045012        -0.124680
X3                           0.089790         0.005601        -0.074395
X4                           0.030601        -0.011605        -0.062521
-------------------- ------------------ ---------------- ----------------
-
Note: positive value of diff-Criterion (AICc, AIC, BIC/MDL or CV)
suggests no spatial variability in terms of model selection criteria.
  Chi-square test: in case of no spatial variability, [Diff of deviance]
follows the Chi-square distribution (DOF is the diff of DOF).

*************************************************************************
****
```


CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 11. *Output* Jarak *Euclidean* Antar Kabupaten/Kota dalam Meter

Kabupaten/Kota	1	2	3	...	38
1	0	99753.35	40411.74	···	154426
2	99753.35	0	91269.12	···	119143.8
3	40411.74	91269.12	0	···	116041.5
4	53814.58	92635.93	13406.67	···	103802.8
5	103569.4	126145	64251.47	···	76605.61
6	128851.5	88709.73	92933.38	···	30979.04
7	155859.9	128469.5	116442.7	···	12888.53
8	228152.4	226238.1	188492.7	···	111532.3
9	254574.2	251452.7	214993	···	134999.3
10	311888.6	348767.4	351711.2	···	455643.8
11	276362.6	249647.4	235979.9	···	131527.5
12	237563	204216.1	197576.6	···	87459.06
13	213618.4	186522.1	173427.7	···	67597.88
14	202089.7	164224.1	162854.8	···	48736.07
15	177003.2	128111.1	140015.3	···	27189.64
16	163236.4	112388.4	127230.5	···	23501.21
17	147467	96448.26	112454.5	···	27351.09
18	98718	32622.24	77240.65	···	87274.8
19	85795.78	14371.38	77218.24	···	116633.5
20	81965.04	18293.98	77246.66	···	124091.5
21	102756.6	11039.52	89791.52	···	154426
⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
37	186206.6	130673.2	150212.7	···	40243.51
38	154426	119143.8	116041.5	···	0

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 12. ***Output*** **Pembobot** ***Fixed Bisquare Kernel***

Kab/Kota	1	2	3	4	⋯	37	38
1	1	0.564349101	0.920011458	0.860441328	⋯	0.01773627	0.163067044
2	0.564349101	1	0.626865962	0.616954629	⋯	0.328458304	0.416178415
3	0.920011458	0.626865962	1	0.99103325	⋯	0.190011746	0.440045596
4	0.860441328	0.616954629	0.99103325	1	⋯	0.26714246	0.533812081
5	0.535581744	0.362627841	0.804238964	0.872007474	⋯	0.434795361	0.728103017
6	0.342145409	0.645234016	0.61478876	0.690846701	⋯	0.841764832	0.952590592
7	0.154207312	0.345026609	0.43695699	0.5349928	⋯	0.88232687	0.991711534
8	0	0	0.012490972	0.053574161	⋯	0.348744163	0.474740123
9	0	0	0	0	⋯	0.212166134	0.296349127
10	0	0	0	0	⋯	0	0
11	0	0	0	0	⋯	0.370260241	0.322070807
12	0	0	0.000580197	0.022418739	⋯	0.71100847	0.654113467
13	0	0.016961963	0.061538932	0.128616901	⋯	0.76851867	0.784576376
14	0	0.106120401	0.113540769	0.190822193	⋯	0.911931469	0.884765775
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮	⋮
37	0.01773627	0.328458304	0.190011746	0.26714246	⋯	1	0.92066231
38	0.163067044	0.416178415	0.440045596	0.533812081	⋯	0.92066231	1

MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 13. ***Output*** **Penduga Parameter Pembobot** ***Fixed Bisquare Kernel*** **Model GWZIPR**

Kab/Kota	1	2	3	4	⋯	9	10
1	-28.94970436	-0.009051274	-0.254774314	0.515439391	⋯	0.382210153	0.154956128
2	-29.38426659	-0.006048603	-0.319646276	0.593473471	⋯	3.734723487	-0.2646126
3	-27.08652268	-0.005397325	-0.359415431	0.606848243	⋯	2.763517859	-0.161959243
4	-24.94573063	-0.002428681	-0.391656298	0.617632159	⋯	3.039363882	-0.218417073
5	-20.31531877	-0.00689202	-0.359625181	0.54271898	⋯	3.644838382	-0.396011775
6	-23.26309352	-0.008517949	-0.291426142	0.508571291	⋯	4.602879835	-0.544349709
7	-18.42374794	-0.009877637	-0.294804605	0.466778293	⋯	4.977957968	-0.68882069
8	-2.908789784	-0.010636237	-0.338342159	0.374275224	⋯	5.88420149	-1.009269317
9	0.518705361	-0.009352679	-0.326673063	0.333146801	⋯	6.522668595	-1.308479475
10	-16.40859509	-0.010211045	-0.280649966	0.435688515	⋯	0.009977071	0.086196549
11	-1.800216494	-0.008991336	-0.302448403	0.333691042	⋯	7.880686012	-1.386403664
12	-8.552297234	-0.009966867	-0.296692815	0.385379537	⋯	6.609899905	-1.045078853
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮	⋮
37	-19.96291273	-0.009202401	-0.267704758	0.456934657	⋯	5.523002755	-0.788490372
38	-19.70705271	-0.00962002	-0.288805617	0.47305974	⋯	4.979883521	-0.677680453

Kolom 1= $\hat{\beta}_0(u_i,v_i)\ldots$ kolom 5= $\hat{\beta}_4(u_i,v_i)\ldots$

Kolom 6= $\hat{\gamma}_0(u_i,v_i)\ldots$ kolom 10= $\hat{\gamma}_4(u_i,v_i)\ldots$

MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 14. ***Output*** **Hasil Statistik Uji** ***W*** **Penduga Parameter Pembobot** ***Fixed Bisquare Kernel*** **Model GWZIPR**

Kab/Kota	1	2	3	4	⋯	9	10
1	-0.051611554	-12.76644802	-1.127683413	2.733515178	⋯	0.396101399	4.486008786
2	-0.113504099	-16.39883139	-5.182922309	18.3391968	⋯	15.95202964	-28.07466279
3	-0.099272254	-11.94803088	-4.646871799	13.23442032	⋯	8.180217399	-12.78179791
4	-0.116170897	-6.636737739	-7.073049294	17.47220299	⋯	12.03714486	-20.84895047
5	-0.176531433	-46.79609427	-29.09685216	30.07958397	⋯	31.05813601	-51.84269156
6	-0.308966345	-92.00238127	-47.91199377	49.24158875	⋯	55.69357102	-113.3085819
7	-0.265138677	-150.2772496	-57.33935403	49.42199174	⋯	66.34782898	-152.5282821
8	-0.023532289	-132.791748	-34.30074034	21.36821579	⋯	33.86884605	-95.13058881
9	0.003514024	-99.75540099	-27.47282818	14.60779683	⋯	23.33791183	-79.75940423
10	-8441890894	-16035.45828	-17219.75241	22686.71839	⋯	132.4559129	2098.644288
11	-0.01426204	-121.7399916	-32.17671039	21.57978808	⋯	34.70257287	-131.983288
12	-0.093402025	-171.5964863	-44.58221726	36.66746758	⋯	57.68591179	-176.9142458
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋱	⋮	⋮
37	-0.286030456	-135.353754	-56.09312919	50.84269592	⋯	68.40929117	-176.8329317
38	-0.288341905	-141.126706	-57.42578894	51.11466878	⋯	66.80324689	-153.397489

Kolom 1= $\hat{\beta}_0(u_i, v_i)\ldots$ kolom 5= $\hat{\beta}_4(u_i, v_i)\ldots$

Kolom 6= $\hat{\gamma}_0(u_i, v_i)\ldots$ kolom 10= $\hat{\gamma}_4(u_i, v_i)\ldots$

UNIVERSITY OF MALANG
MAULANA MALIK IBRAHIM STATE
PUSAT PERPUSTAKAAN

Lampiran 15. ***Output*** **Hasil Nilai Parameter Awal β dan γ**

Analysis Of Maximum Likelihood Parameter Estimates

Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Wald 95% Confidence Limits		Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	-16.4086	7.2625	-30.6428	-2.1744	5.1	0.0239
x1	1	-0.0103	0.0062	-0.0225	0.0019	2.76	0.0967
x2	1	-0.2811	0.0619	-0.4024	-0.1598	20.63	<.0001
x3	1	0.4352	0.0904	0.2581	0.6123	23.19	<.0001
x4	1	-0.0141	0.0182	-0.0497	0.0215	0.6	0.4385
Scale	0	1	0	1	1		

Analysis Of Maximum Likelihood Zero Inflation Parameter Estimates

Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Wald 95% Confidence Limits		Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	-12.9813	18.6415	-49.5179	23.5553	0.48	0.4862
x1	1	-0.055	0.0295	-0.1128	0.0029	3.47	0.0626
x2	1	0.0858	0.2514	-0.4068	0.5785	0.12	0.7327
x3	1	-0.0018	0.2679	-0.5268	0.5233	0	0.9947
x4	1	0.0775	0.0657	-0.0512	0.2062	1.39	0.2378

MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 16. Peubah yang Signifikan Di Jawa Timur dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* dengan Model GWZIPR

Kab/Kota	Parameter	*W*	Keterangan
Pacitan	β_0	-0.051611554	Tidak Signifikan
	β_1	-12.76644802	Signifikan
	β_2	-1.127683413	Signifikan
	β_3	2.733515178	Signifikan
	β_4	0.225971631	Tidak Signifikan
	γ_0	-0.014953354	Tidak Signifikan
	γ_1	8.403694579	Signifikan
	γ_2	-0.337706215	Tidak Signifikan
	γ_3	0.396101399	Tidak Signifikan
	γ_4	4.486008786	Signifikan
Ponorogo	β_0	-0.113504099	Tidak Signifikan
	β_1	-16.39883139	Signifikan
	β_2	-5.182922309	Signifikan
	β_3	18.3391968	Signifikan
	β_4	-12.27382617	Signifikan
	γ_0	-0.100697328	Tidak Signifikan
	γ_1	-5.616179343	Signifikan
	γ_2	-8.422785407	Signifikan
	γ_3	15.95202964	Signifikan
	γ_4	-28.07466279	Signifikan
Trenggalek	β_0	-0.099272254	Tidak Signifikan
	β_1	-11.94803088	Signifikan
	β_2	-4.646871799	Signifikan
	β_3	13.23442032	Signifikan
	β_4	-9.082819235	Signifikan
	γ_0	-0.070987142	Tidak Signifikan
	γ_1	-1.874212443	Tidak Signifikan
	γ_2	-5.326784464	Signifikan
	γ_3	8.180217399	Signifikan
	γ_4	-12.78179791	Signifikan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tulungagung	β_0	-0.116170897	Tidak Signifikan
	β_1	-6.636737739	Signifikan
	β_2	-7.073049294	Signifikan
	β_3	17.47220299	Signifikan
	β_4	-14.3135365	Signifikan
	γ_0	-0.081893851	Tidak Signifikan
	γ_1	4.361203207	Signifikan
	γ_2	-7.693937619	Signifikan
	γ_3	12.03714486	Signifikan
	γ_4	-20.84895047	Signifikan
Blitar	β_0	-0.176531433	Tidak Signifikan
	β_1	-46.79609427	Signifikan
	β_2	-29.09685216	Signifikan
	β_3	30.07958397	Signifikan
	β_4	-19.93376099	Signifikan
	γ_0	-0.06206503	Tidak Signifikan
	γ_1	76.29640105	Signifikan
	γ_2	-25.73727356	Signifikan
	γ_3	31.05813601	Signifikan
	γ_4	-51.84269156	Signifikan
Kediri	β_0	-0.308966345	Tidak Signifikan
	β_1	-92.00238127	Signifikan
	β_2	-47.91199377	Signifikan
	β_3	49.24158875	Signifikan
	β_4	-26.31129399	Signifikan
	γ_0	-0.098842661	Tidak Signifikan
	γ_1	151.3264855	Signifikan
	γ_2	-46.74252397	Signifikan
	γ_3	55.69357102	Signifikan
	γ_4	-113.3085819	Signifikan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Malang	β_0	-0.265138677	Tidak Signifikan
	β_1	-150.2772496	Signifikan
	β_2	-57.33935403	Signifikan
	β_3	49.42199174	Signifikan
	β_4	-33.1163894	Signifikan
	γ_0	-0.083574155	Tidak Signifikan
	γ_1	270.7347206	Signifikan
	γ_2	-71.09053152	Signifikan
	γ_3	66.34782898	Signifikan
	γ_4	-152.5282821	Signifikan
Lumajang	β_0	-0.023532289	Tidak Signifikan
	β_1	-132.791748	Signifikan
	β_2	-34.30074034	Signifikan
	β_3	21.36821579	Signifikan
	β_4	-38.32894613	Signifikan
	γ_0	-0.029871768	Tidak Signifikan
	γ_1	286.7693192	Signifikan
	γ_2	-58.42083064	Signifikan
	γ_3	33.86884605	Signifikan
	γ_4	-95.13058881	Signifikan
Jember	β_0	0.003514024	Tidak Signifikan
	β_1	-99.75540099	Signifikan
	β_2	-27.47282818	Signifikan
	β_3	14.60779683	Signifikan
	β_4	-32.04575219	Signifikan
	γ_0	-0.006502995	Tidak Signifikan
	γ_1	262.568611	Signifikan
	γ_2	-45.33871148	Signifikan
	γ_3	23.33791183	Signifikan
	γ_4	-79.75940423	Signifikan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Banyuwangi	β_0	-8441890894	Signifikan
	β_1	-16035.45828	Signifikan
	β_2	-17219.75241	Signifikan
	β_3	22686.71839	Signifikan
	β_4	-1312.017795	Signifikan
	γ_0	-1702767284	Signifikan
	γ_1	-21162.84112	Signifikan
	γ_2	1511.936763	Signifikan
	γ_3	132.4559129	Signifikan
	γ_4	2098.644288	Signifikan
Bondowoso	β_0	-0.01426204	Tidak Signifikan
	β_1	-121.7399916	Signifikan
	β_2	-32.17671039	Signifikan
	β_3	21.57978808	Signifikan
	β_4	-42.52836781	Signifikan
	γ_0	-0.058697121	Tidak Signifikan
	γ_1	364.6053953	Signifikan
	γ_2	-62.58135137	Signifikan
	γ_3	34.70257287	Signifikan
	γ_4	-131.983288	Signifikan
Situbondo	β_0	-0.093402025	Tidak Signifikan
	β_1	-171.5964863	Signifikan
	β_2	-44.58221726	Signifikan
	β_3	36.66746758	Signifikan
	β_4	-46.6203503	Signifikan
	γ_0	-0.091099537	Tidak Signifikan
	γ_1	421.2161466	Signifikan
	γ_2	-88.03427404	Signifikan
	γ_3	57.68591179	Signifikan
	γ_4	-176.9142458	Signifikan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Probolinggo	β_0	-0.129857087	Tidak Signifikan
	β_1	-180.4375918	Signifikan
	β_2	-50.23552318	Signifikan
	β_3	40.22288964	Signifikan
	β_4	-46.18635566	Signifikan
	γ_0	-0.088942659	Tidak Signifikan
	γ_1	403.2292031	Signifikan
	γ_2	-89.53623521	Signifikan
	γ_3	62.33755521	Signifikan
	γ_4	-175.4280894	Signifikan
Pasuruan	β_0	-0.202342184	Tidak Signifikan
	β_1	-174.9589632	Signifikan
	β_2	-55.46655143	Signifikan
	β_3	46.73427344	Signifikan
	β_4	-41.21482725	Signifikan
	γ_0	-0.091053323	Tidak Signifikan
	γ_1	387.0451928	Signifikan
	γ_2	-90.56048296	Signifikan
	γ_3	69.29633787	Signifikan
	γ_4	-192.0038518	Signifikan
Sidoarjo	β_0	-0.287733974	Tidak Signifikan
	β_1	-144.30434	Signifikan
	β_2	-57.95555994	Signifikan
	β_3	51.72380769	Signifikan
	β_4	-32.69607989	Signifikan
	γ_0	-0.088915413	Tidak Signifikan
	γ_1	294.7083579	Signifikan
	γ_2	-75.96217538	Signifikan
	γ_3	69.62257338	Signifikan
	γ_4	-175.2201595	Signifikan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Mojokerto	β_0	-0.308598519	Tidak Signifikan
	β_1	-126.3288873	Signifikan
	β_2	-56.34931318	Signifikan
	β_3	52.11382013	Signifikan
	β_4	-29.97287868	Signifikan
	γ_0	-0.090590404	Tidak Signifikan
	γ_1	243.9555794	Signifikan
	γ_2	-66.28427974	Signifikan
	γ_3	66.63088752	Signifikan
	γ_4	-156.8954263	Signifikan
Jombang	β_0	-0.318244561	Tidak Signifikan
	β_1	-105.1527807	Signifikan
	β_2	-52.40935127	Signifikan
	β_3	51.29794511	Signifikan
	β_4	-27.69330485	Signifikan
	γ_0	-0.095550702	Tidak Signifikan
	γ_1	189.341408	Signifikan
	γ_2	-55.18942147	Signifikan
	γ_3	61.44220226	Signifikan
	γ_4	-133.9156241	Signifikan
Nganjuk	β_0	-0.200929003	Tidak Signifikan
	β_1	-22.45067583	Signifikan
	β_2	-14.91389021	Signifikan
	β_3	32.03405989	Signifikan
	β_4	-18.89229427	Signifikan
	γ_0	-0.127954895	Tidak Signifikan
	γ_1	9.197340846	Signifikan
	γ_2	-15.79897939	Signifikan
	γ_3	27.02518338	Signifikan
	γ_4	-45.93631252	Signifikan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Madiun	β_0	-0.11694208	Tidak Signifikan
	β_1	-16.85524695	Signifikan
	β_2	-5.274133891	Signifikan
	β_3	18.30188378	Signifikan
	β_4	-12.00441764	Signifikan
	γ_0	-0.100855778	Tidak Signifikan
	γ_1	-5.43310128	Signifikan
	γ_2	-8.288433116	Signifikan
	γ_3	15.16516301	Signifikan
	γ_4	-26.36405499	Signifikan
Magetan	β_0	-0.110950289	Tidak Signifikan
	β_1	-18.43112609	Signifikan
	β_2	-4.438174293	Signifikan
	β_3	15.89350591	Signifikan
	β_4	-10.06494627	Signifikan
	γ_0	-0.08927809	Tidak Signifikan
	γ_1	-4.505519354	Signifikan
	γ_2	-6.936596915	Signifikan
	γ_3	12.54228176	Signifikan
	γ_4	-22.38744656	Signifikan
Ngawi	β_0	-0.123859607	Tidak Signifikan
	β_1	-13.20874071	Signifikan
	β_2	-6.682825082	Signifikan
	β_3	21.77443974	Signifikan
	β_4	-15.34016307	Signifikan
	γ_0	-0.115070896	Tidak Signifikan
	γ_1	-5.054755958	Signifikan
	γ_2	-10.38061556	Signifikan
	γ_3	19.65360064	Signifikan
	γ_4	-33.45871653	Signifikan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Bojonegoro	β_0	-0.194359175	Tidak Signifikan
	β_1	-25.53731025	Signifikan
	β_2	-14.72859813	Signifikan
	β_3	31.23553121	Signifikan
	β_4	-17.37307492	Signifikan
	γ_0	-0.122961856	Tidak Signifikan
	γ_1	7.597184917	Signifikan
	γ_2	-15.59023522	Signifikan
	γ_3	27.99258683	Signifikan
	γ_4	-46.73123213	Signifikan
Tuban	β_0	-0.20344036	Tidak Signifikan
	β_1	-48.7204342	Signifikan
	β_2	-29.2764069	Signifikan
	β_3	30.0800244	Signifikan
	β_4	-11.30024607	Signifikan
	γ_0	-0.063297579	Tidak Signifikan
	γ_1	66.29765146	Signifikan
	γ_2	-26.61063474	Signifikan
	γ_3	37.19974426	Signifikan
	γ_4	-67.21458538	Signifikan
Lamongan	β_0	-0.309740189	Tidak Signifikan
	β_1	-103.3911803	Signifikan
	β_2	-52.27863643	Signifikan
	β_3	50.16524468	Signifikan
	β_4	-27.20988605	Signifikan
	γ_0	-0.088631447	Tidak Signifikan
	γ_1	214.1258529	Signifikan
	γ_2	-59.97495454	Signifikan
	γ_3	62.68087736	Signifikan
	γ_4	-147.8778955	Signifikan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Gresik	β_0	-0.29152725	Tidak Signifikan
	β_1	-124.4007448	Signifikan
	β_2	-54.6463323	Signifikan
	β_3	50.34330242	Signifikan
	β_4	-29.68361915	Signifikan
	γ_0	-0.084835065	Tidak Signifikan
	γ_1	271.7683031	Signifikan
	γ_2	-71.01149429	Signifikan
	γ_3	66.64318452	Signifikan
	γ_4	-170.3296973	Signifikan
Bangkalan	β_0	-0.278439369	Tidak Signifikan
	β_1	-122.0823256	Signifikan
	β_2	-52.92066601	Signifikan
	β_3	48.89267768	Signifikan
	β_4	-29.20650143	Signifikan
	γ_0	-0.079896834	Tidak Signifikan
	γ_1	281.3536573	Signifikan
	γ_2	-72.23324339	Signifikan
	γ_3	65.73316347	Signifikan
	γ_4	-173.6773622	Signifikan
Sampang	β_0	-0.097652134	Tidak Signifikan
	β_1	-145.4398996	Signifikan
	β_2	-38.32660491	Signifikan
	β_3	35.48401765	Signifikan
	β_4	-39.19816969	Signifikan
	γ_0	-0.090090011	Tidak Signifikan
	γ_1	403.1396824	Signifikan
	γ_2	-83.08248077	Signifikan
	γ_3	55.17021723	Signifikan
	γ_4	-180.1222244	Signifikan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Pamekasan	β_0	-230085848.6	Signifikan
	β_1	-149.6538451	Signifikan
	β_2	-32.78987818	Signifikan
	β_3	54.55951606	Signifikan
	β_4	-39.17178235	Signifikan
	γ_0	-0.08320428	Tidak Signifikan
	γ_1	381.2338358	Signifikan
	γ_2	-74.47982502	Signifikan
	γ_3	47.90525424	Signifikan
	γ_4	-165.4308473	Signifikan
Sumenep	β_0	-196978661.4	Signifikan
	β_1	-117.8936895	Signifikan
	β_2	-23.42021832	Signifikan
	β_3	39.85014196	Signifikan
	β_4	-29.23094009	Signifikan
	γ_0	-0.059263943	Tidak Signifikan
	γ_1	335.3607316	Signifikan
	γ_2	-57.05341144	Signifikan
	γ_3	34.95067346	Signifikan
	γ_4	-137.9859661	Signifikan
Kota Kediri	β_0	-0.306117758	Tidak Signifikan
	β_1	-86.45039454	Signifikan
	β_2	-46.17656809	Signifikan
	β_3	48.51252552	Signifikan
	β_4	-25.87358201	Signifikan
	γ_0	-0.100319151	Tidak Signifikan
	γ_1	139.704679	Signifikan
	γ_2	-44.13238592	Signifikan
	γ_3	53.75631518	Signifikan
	γ_4	-107.6101668	Signifikan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Kota Blitar	β_0	-0.195321846	Tidak Signifikan
	β_1	-73.54270218	Signifikan
	β_2	-36.55228791	Signifikan
	β_3	34.51835684	Signifikan
	β_4	-21.98447669	Signifikan
	γ_0	-0.063513094	Tidak Signifikan
	γ_1	111.1715887	Signifikan
	γ_2	-34.67640313	Signifikan
	γ_3	39.03071884	Signifikan
	γ_4	-68.61917177	Signifikan
Kota Malang	β_0	-0.264939031	Tidak Signifikan
	β_1	-151.6205525	Signifikan
	β_2	-57.57292639	Signifikan
	β_3	49.55315633	Signifikan
	β_4	-33.39930855	Signifikan
	γ_0	-0.08395891	Tidak Signifikan
	γ_1	275.0803803	Signifikan
	γ_2	-71.96219679	Signifikan
	γ_3	66.75159875	Signifikan
	γ_4	-154.5078111	Signifikan
Kota Probolinggo	β_0	-0.086445107	Tidak Signifikan
	β_1	-170.9980182	Signifikan
	β_2	-43.98750895	Signifikan
	β_3	35.85469277	Signifikan
	β_4	-46.95440483	Signifikan
	γ_0	-0.090214411	Tidak Signifikan
	γ_1	419.940081	Signifikan
	γ_2	-87.12403333	Signifikan
	γ_3	56.53479493	Signifikan
	γ_4	-173.9588268	Signifikan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Kota Pasuruan	β_0	-0.255743331	Tidak Signifikan
	β_1	-163.4790201	Signifikan
	β_2	-58.60898318	Signifikan
	β_3	50.35712313	Signifikan
	β_4	-36.61152576	Signifikan
	γ_0	-0.089931736	Tidak Signifikan
	γ_1	336.2877359	Signifikan
	γ_2	-83.39149055	Signifikan
	γ_3	70.78932368	Signifikan
	γ_4	-183.2407584	Signifikan
Kota Mojokerto	β_0	-0.31150485	Tidak Signifikan
	β_1	-122.2512623	Signifikan
	β_2	-55.76017932	Signifikan
	β_3	52.0499553	Signifikan
	β_4	-29.47768292	Signifikan
	γ_0	-0.091254401	Tidak Signifikan
	γ_1	233.753945	Signifikan
	γ_2	-64.25779875	Signifikan
	γ_3	65.81155913	Signifikan
	γ_4	-152.9617376	Signifikan
Kota Madiun	β_0	-0.120419713	Tidak Signifikan
	β_1	-15.57405117	Signifikan
	β_2	-5.80841909	Signifikan
	β_3	19.64781286	Signifikan
	β_4	-13.2522988	Signifikan
	γ_0	-0.106633063	Tidak Signifikan
	γ_1	-5.437790594	Signifikan
	γ_2	-9.059211196	Signifikan
	γ_3	16.5904647	Signifikan
	γ_4	-28.51264944	Signifikan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Kota Surabaya	β_0	-0.286030456	Tidak Signifikan
	β_1	-135.353754	Signifikan
	β_2	-56.09312919	Signifikan
	β_3	50.84269592	Signifikan
	β_4	-31.36814856	Signifikan
	γ_0	-0.086408133	Tidak Signifikan
	γ_1	292.0477932	Signifikan
	γ_2	-75.0313042	Signifikan
	γ_3	68.40929117	Signifikan
	γ_4	-176.8329317	Signifikan
Kota Batu	β_0	-0.288341905	Tidak Signifikan
	β_1	-141.126706	Signifikan
	β_2	-57.42578894	Signifikan
	β_3	51.11466878	Signifikan
	β_4	-31.61570974	Signifikan
	γ_0	-0.08720956	Tidak Signifikan
	γ_1	256.1292091	Signifikan
	γ_2	-68.54689567	Signifikan
	γ_3	66.80324689	Signifikan
	γ_4	-153.397489	Signifikan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 17. *Syntax* dengan *Software* SAS Model GWZIPR

```
data data2;
input y x1 x2 x3 x4;
cards;
0        0.9      86.1     90.1     76.8
0        8        89.52    96.1     90.4
0        57.9     91.81    99.1     81.1
0        27.6     92.75    97.9     86
0        14.4     87.21    93.1     94.6
0        19.7     93.28    97       81
0        11.6     99.85    102.5    90.7
1        0        95.26    103.7    79.7
5        0        83.59    97.1     89.3
1        18.1     91.57    99.4     73.4
1        58       91       101.7    92.8
2        24.1     85.83    98.6     86.7
2        75.7     88.28    98.1     70.3
0        41.1     94.64    110.7    107.2
0        34.1     99.25    103.1    40.6
0        0        88.29    98.6     66.2
0        3.8      90.8     108.8    98.2
0        0        90.07    94.1     102.1
0        16.7     89.8     97.5     91.8
0        178.5    91.27    97.8     89.4
0        34.7     89.23    102.2    89.7
2        103.6    98.12    107.6    111.3
1        85.3     95.64    103.3    81.3
1        62.4     96.93    103.1    79.5
0        7.2      89.86    94.9     57.9
9        17.9     94.92    106.1    65.2
6        81.2     87.44    103.7    83.2
0        14.6     88.25    100.4    73.6
2        60.1     93.21    101.1    69.7
0        28.1     94.17    101.3    113.6
0        62       87.26    92.9     86.3
0        6.4      91.59    100      77.8
0        109.5    93.79    95.3     78.2
0        9.4      90.72    97       79.3
0        56.8     100.99   104.7    98.1
0        0.8      98.25    100.7    87.3
0        23.3     96.45    100.4    100.4
0        49.3     95.37    100.8    89
;run;
proc genmod data=data2;
model y=x1 x2 x3 x4/dist=zip;
zeromodel x1 x2 x3 x4/link=logit;
run;
```


CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 18. *Syntax* dengan *Software* R Model GWZIPR

```
#EM
library(MASS)
s0=c(-16.4086,-0.0103,-0.2811,0.4352,-0.0141,-12.9813,-0.0550,0.0858,-
0.0018,0.0775)
s0_beta<-as.vector(s0[1:5])
s0_gamma<-as.vector(s0[6:10])
Sm<-matrix(c(0),nrow=38,ncol=38)
Rm<-matrix(c(0),nrow=38,ncol=38)
Q<-matrix(c(0),nrow=38,ncol=38)
mu_diag<-matrix(c(0),nrow=38,ncol=38)
X1=data$X1
X2=data$X2
X3=data$X3
X4=data$X4

X=cbind(1,X1,X2,X3,X4)
Y=data$Y
Ez<-matrix(c(0),nrow=38,ncol=1)
mu<-matrix(c(0),nrow=38,ncol=1)
phi<-matrix(c(0),nrow=38,ncol=1)
par<-matrix(c(0),nrow=10,ncol=38)
em=function(Y,X,W,Ez,Sm,Rm,mu,mu_diag,Q,phi,s0,s0_beta,s0_gamma)
{
for(i in 1:38)
{
mu[i]=exp(X[i,]%*%s0_beta)
phi[i]=exp(X[i,]%*%s0_gamma)/(1+exp(X[i,]%*%s0_gamma))
Ez[i]=1/(1+exp(-(X[i,]%*%s0_gamma)-exp(X[i,]%*%s0_beta)))
Ez[i]<-ifelse(Y[i]>0,0,Ez[i])
Sm[i,i]=1-Ez[i]
mu_diag[i,i]=mu[i]
Rm[i,i]=1-Ez[i]
Q[i,i]=phi[i]*(1-phi[i])
}
Y_phi=as.matrix(Y-phi)
Y_mu=as.matrix(Y-mu)

s0_beta=s0_beta+ginv(t(X)%*%Sm%*%W%*%mu_diag%*%X)%*%(t(X)%*%
Sm%*%W%*%(Y_mu))
s0_gamma=s0_gamma+ginv(t(X)%*%Rm%*%W%*%Q%*%X)%*%(t(X)%*%
Rm%*%W%*%(Y_phi))
s0_beta
s0_gamma
s0=s0_beta
s0[6:10]=s0_gamma
s0
```


CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

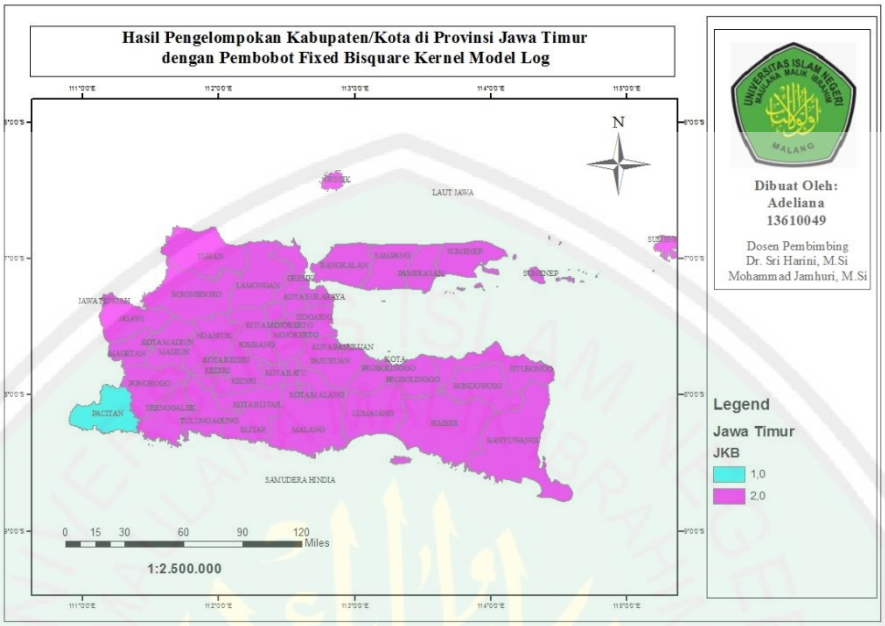
```
}

zhit=matrix(c(0),nrow=10,ncol=38)
for(i in 1:38)
{
for(k in 1:38)
{
mu[k]=exp(X[k,]%*%s0_beta)
phi[k]=exp(X[k,]%*%s0_gamma)/(1+exp(X[k,]%*%s0_gamma))
Ez[k]=1/(1+exp(-(X[k,]%*%s0_gamma)-exp(X[k,]%*%s0_beta)))
Ez[k]<-ifelse(Y[k]>0,0,Ez[k])
Sm[k,k]=1-Ez[k]
mu_diag[k,k]=mu[k]
Rm[k,k]=1-Ez[k]
Q[k,k]=phi[k]*(1-phi[k])
}
ww<-diag(W[i,])
ww
H_beta=ginv(t(X)%*%Sm%*%ww%*%mu_diag%*%X)
H_gamma=ginv(t(X)%*%Rm%*%ww%*%Q%*%X)
H_beta
H_gamma

iter=function(Y,X,ww,Ez,Sm,Rm,mu,mu_diag,Q,phi,s0,s0_beta,s0_gamma)
{

s1=em(Y,X,ww,Ez,Sm,Rm,mu,mu_diag,Q,phi,s0,s0_beta,s0_gamma)
for(j in 1:10)
{
if(abs(s0[j]-s1[j])>0.0001)
{
s0=s1
iter(Y,X,ww,Ez,Sm,Rm,mu,mu_diag,Q,phi,s0,s0_beta,s0_gamma)
}
else s1
}
s1
}
p=iter(Y,X,ww,Ez,Sm,Rm,mu,mu_diag,Q,phi,s0,s0_beta,s0_gamma)
par[,i]<-p
par
beta<-as.vector(par[1:5,i])
beta
for(l in 1:5)
{
zhit[l,i]=beta[l]/H_beta[l,l]
}
gamma<-as.vector(par[6:10,i])
```


CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

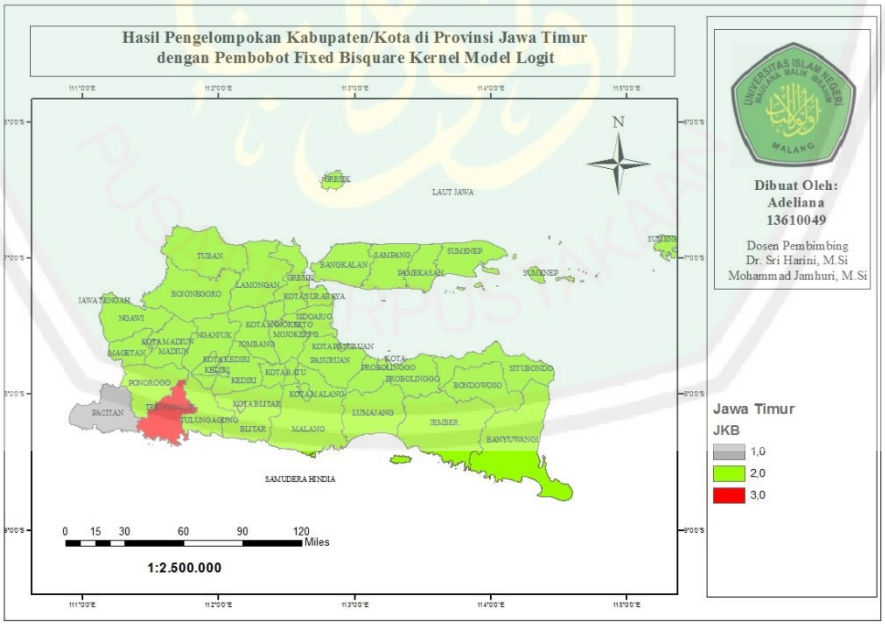
```
gamma
for(l in 1:5)
{
zhit[l+5,i]=gamma[l]/H_gamma[l,l]
}
}
write.table(par,file="D:/parameterbisq.csv",sep=",")
write.table(zhit,file="D:/zhitungbisq.csv",sep=",")

#PengujianSerentak
Ezm<-matrix(c(0),nrow=38,ncol=1)
par

for(i in 1:38)
{
beta_hat<-as.vector(par[1:5,i])
beta_hat
gamma_hat<-as.vector(par[6:10,i])
gamma_hat
Ezm[i]=1/(1+exp(-(X[i,]%*%gamma_hat)-exp(X[i,]%*%beta_hat)))
Ezm[i]<-ifelse(Y[i]>0,0,Ezm[i])
ww<-diag(W[i,])
ww
beta_nol<-beta_hat[1]
gamma_nol<-gamma_hat[1]
l=m=n=o=0
l=l+(1-Ezm[i])*(Y[i]*beta_nol-exp(beta_nol))
m=m+(Ezm[i]*gamma_nol-log(1+exp(gamma_nol)))
n=n+((1-Ezm[i])*X[i,]%*%beta_hat*Y[i])-((1-Ezm[i])*exp(X[i,]%*%beta_hat))
o=o+(Ezm[i]*X[i,]%*%gamma_hat)-(log(1+exp(X[i,]%*%gamma_hat)))
l
m
LLH0=sum(l)+sum(m)
n
o
LLP=sum(n)+sum(o)
G=-2*(LLH0-LLP)
}
G
```


CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 19. Peta Hasil Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* Model Log

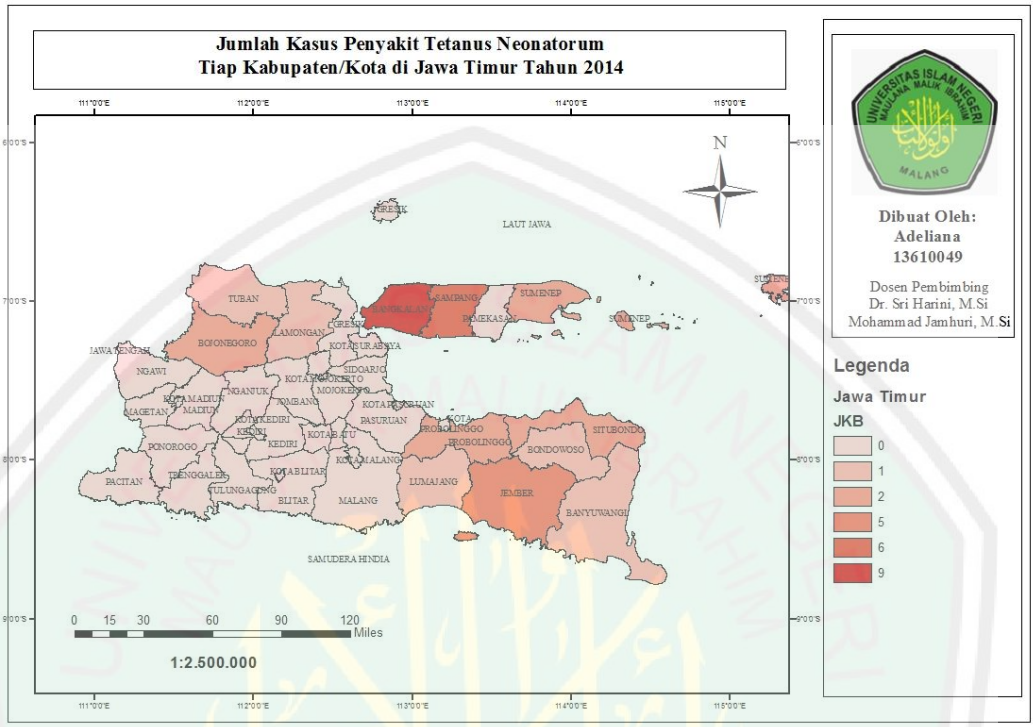


Lampiran 20. Peta Hasil Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel* Model Logit



CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 21. Pemetaan Jumlah Kasus Penyakit Tetanus Neonatorum di Jawa Timur Tahun 2014



CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 22. Model GWZIPR Jumlah Kasus Penyakit Tetanus Neonatorum Setiap Kabupaten/Kota di Jawa Timur Tahun 2014 berdasarkan Variabel yang Signifikan untuk Model Log

No	Kabupaten/Kota	Model GWZIPR
1	Pacitan	$\ln(\hat{\mu}_1) = -0.00905\ X_1 - 0.25477\ X_2 + 0.515439\ X_3$
2	Ponorogo	$\ln(\hat{\mu}_2) = -0.00605\ X_1 - 0.31965\ X_2 + 0.593473\ X_3 - 0.01454\ X_4$
3	Trenggalek	$\ln(\hat{\mu}_3) = -0.0054\ X_1 - 0.35942\ X_2 + 0.60685\ X_3 - 0.01448\ X_4$
4	Tulungagung	$\ln(\hat{\mu}_4) = -0.00243\ X_1 - 0.39166\ X_2 + 0.61763\ X_3 - 0.01829\ X_4$
5	Blitar	$\ln(\hat{\mu}_5) = -0.00689\ X_1 - 0.35963\ X_2 + 0.54272\ X_3 - 0.015\ X_4$
6	Kediri	$\ln(\hat{\mu}_6) = -0.00852\ X_1 - 0.29143\ X_2 + 0.508571\ X_3 - 0.01259\ X_4$
7	Malang	$\ln(\hat{\mu}_7) = -0.00988\ X_1 - 0.2948\ X_2 + 0.466778\ X_3 - 0.01456\ X_4$
8	Lumajang	$\ln(\hat{\mu}_8) = -0.01064\ X_1 - 0.33834\ X_2 + 0.374275\ X_3 - 0.04118\ X_4$
9	Jember	$\ln(\hat{\mu}_9) = -0.00935\ X_1 - 0.32667\ X_2 + 0.333147\ X_3 - 0.04527\ X_4$
10	Banyuwangi	$\ln(\hat{\mu}_{10}) = -0.01021\ X_1 - 0.28065\ X_2 + 0.435689\ X_3 - 0.01374\ X_4$
11	Bondowoso	$\ln(\hat{\mu}_{11}) = -0.00899\ X_1 - 0.30245\ X_2 + 0.333691\ X_3 - 0.04408\ X_4$
12	Situbondo	$\ln(\hat{\mu}_{12}) = -0.00997\ X_1 - 0.29669\ X_2 + 0.38538\ X_3 - 0.03171\ X_4$
13	Probolinggo	$\ln(\hat{\mu}_{13}) = -0.01021\ X_1 - 0.29964\ X_2 + 0.404348\ X_3 - 0.02692\ X_4$
14	Pasuruan	$\ln(\hat{\mu}_{14}) = -0.00984\ X_1 - 0.28273\ X_2 + 0.423138\ X_3 - 0.01982\ X_4$
15	Sidoarjo	$\ln(\hat{\mu}_{15}) = -0.00943\ X_1 - 0.27472\ X_2 + 0.459011\ X_3 - 0.01402\ X_4$
16	Mojokerto	$\ln(\hat{\mu}_{16}) = -0.00917\ X_1 - 0.27655\ X_2 + 0.476071\ X_3 - 0.01298\ X_4$
17	Jombang	$\ln(\hat{\mu}_{17}) = -0.00877\ X_1 - 0.28066\ X_2 + 0.494511\ X_3 - 0.01257\ X_4$
18	Nganjuk	$\ln(\hat{\mu}_{18}) = -0.00508\ X_1 - 0.3239\ X_2 + 0.578346\ X_3 - 0.01564\ X_4$
19	Madiun	$\ln(\hat{\mu}_{19}) = -0.00617\ X_1 - 0.32328\ X_2 + 0.595132\ X_3 - 0.01427\ X_4$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

20	Magetan	$\ln(\hat{\mu}_{20}) = -0.00721\,X_1 - 0.30854\,X_2 + 0.590162\,X_3 - 0.01315\,X_4$
21	Ngawi	$\ln(\hat{\mu}_{21}) = -0.00441\,X_1 - 0.34246\,X_2 + 0.59984\,X_3 - 0.01621\,X_4$
22	Bojonegoro	$\ln(\hat{\mu}_{22}) = -0.0058\,X_1 - 0.30812\,X_2 + 0.572354\,X_3 - 0.01478\,X_4$
23	Tuban	$\ln(\hat{\mu}_{23}) = -0.00882\,X_1 - 0.25672\,X_2 + 0.518476\,X_3 - 0.01016\,X_4$
24	Lamongan	$\ln(\hat{\mu}_{24}) = -0.00862\,X_1 - 0.26603\,X_2 + 0.481549\,X_3 - 0.01282\,X_4$
25	Gresik	$\ln(\hat{\mu}_{25}) = -0.009\,X_1 - 0.26468\,X_2 + 0.461995\,X_3 - 0.0135\,X_4$
26	Bangkalan	$\ln(\hat{\mu}_{26}) = -0.00892\,X_1 - 0.26022\,X_2 + 0.455523\,X_3 - 0.01382\,X_4$
27	Sampang	$\ln(\hat{\mu}_{27}) = -0.00931\,X_1 - 0.27646\,X_2 + 0.381199\,X_3 - 0.02977\,X_4$
28	Pamekasan	$\ln(\hat{\mu}_{28}) = -0.01022\,X_1 - 0.25353\,X_2 + 0.414081\,X_3 - 0.01852\,X_4$
29	Sumenep	$\ln(\hat{\mu}_{29}) = -0.00989\,X_1 - 0.23723\,X_2 + 0.399501\,X_3 - 0.01813\,X_4$
30	Kota Kediri	$\ln(\hat{\mu}_{30}) = -0.00835\,X_1 - 0.29332\,X_2 + 0.512849\,X_3 - 0.01268\,X_4$
31	Kota Blitar	$\ln(\hat{\mu}_{31}) = -0.00849\,X_1 - 0.34117\,X_2 + 0.519325\,X_3 - 0.01428\,X_4$
32	Kota Malang	$\ln(\hat{\mu}_{32}) = -0.00988\,X_1 - 0.29407\,X_2 + 0.465452\,X_3 - 0.01464\,X_4$
33	Kota Probolinggo	$\ln(\hat{\mu}_{33}) = -0.01\,X_1 - 0.29897\,X_2 + 0.383274\,X_3 - 0.03276\,X_4$
34	Kota Pasuruan	$\ln(\hat{\mu}_{34}) = -0.00975\,X_1 - 0.28084\,X_2 + 0.445367\,X_3 - 0.01594\,X_4$
35	Kota Mojokerto	$\ln(\hat{\mu}_{35}) = -0.0091\,X_1 - 0.27685\,X_2 + 0.479408\,X_3 - 0.01285\,X_4$
36	Kota Madiun	$\ln(\hat{\mu}_{36}) = -0.00548\,X_1 - 0.33267\,X_2 + 0.597985\,X_3 - 0.01501\,X_4$
37	Kota Surabaya	$\ln(\hat{\mu}_{37}) = -0.0092\,X_1 - 0.2677\,X_2 + 0.456935\,X_3 - 0.01391\,X_4$
38	Kota Batu	$\ln(\hat{\mu}_{38}) = -0.00962\,X_1 - 0.28881\,X_2 + 0.47306\,X_3 - 0.01357\,X_4$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 23. Model GWZIPR Jumlah Kasus Penyakit Tetanus Neonatorum Setiap Kabupaten/Kota di Jawa Timur Tahun 2014 berdasarkan Variabel yang Signifikan untuk Model Logit

No	Kabupaten/Kota	Model GWZIPR
1	Pacitan	$\text{logit}(\hat{\omega}_1) = 0.048453\ X_1 + 0.154956\ X_4$
2	Ponorogo	$\text{logit}(\hat{\omega}_2) = -0.01808\ X_1 - 2.51477\ X_2 + 3.734723\ X_3 - 0.26461\ X_4$
3	Trenggalek	$\text{logit}(\hat{\omega}_3) = -2.0832\ X_2 + 2.763518\ X_3 - 0.16196\ X_4$
4	Tulungagung	$\text{logit}(\hat{\omega}_4) = 0.011998\ X_1 - 2.33347\ X_2 + 3.039364\ X_3 - 0.21842\ X_4$
5	Blitar	$\text{logit}(\hat{\omega}_5) = 0.146327\ X_1 - 3.16655\ X_2 + 3.644838\ X_3 - 0.39601\ X_4$
6	Kediri	$\text{logit}(\hat{\omega}_6) = 0.236226\ X_1 - 3.93758\ X_2 + 4.60288\ X_3 - 0.54435\ X_4$
7	Malang	$\text{logit}(\hat{\omega}_7) = 0.36467\ X_1 - 4.37751\ X_2 + 4.977958\ X_3 - 0.68882\ X_4$
8	Lumajang	$\text{logit}(\hat{\omega}_8) = 0.504457\ X_1 - 5.25101\ X_2 + 5.884201\ X_3 - 1.00927\ X_4$
9	Jember	$\text{logit}(\hat{\omega}_9) = 0.516328\ X_1 - 5.91595\ X_2 + 6.522669\ X_3 - 1.30848\ X_4$
10	Banyuwangi	$\text{logit}(\hat{\omega}_{10}) = -0.05286\ X_1 + 0.096649\ X_2 + 0.009977\ X_3 + 0.086197\ X_4$
11	Bondowoso	$\text{logit}(\hat{\omega}_{11}) = 0.650859\ X_1 - 6.69417\ X_2 + 7.880686\ X_3 - 1.3864\ X_4$
12	Situbondo	$\text{logit}(\hat{\omega}_{12}) = 0.626645\ X_1 - 5.66655\ X_2 + 6.6099\ X_3 - 1.04508\ X_4$
13	Probolinggo	$\text{logit}(\hat{\omega}_{13}) = 0.556363\ X_1 - 5.25501\ X_2 + 6.058056\ X_3 - 0.93299\ X_4$
14	Pasuruan	$\text{logit}(\hat{\omega}_{14}) = 0.525841\ X_1 - 5.09854\ X_2 + 5.845228\ X_3 - 0.88592\ X_4$
15	Sidoarjo	$\text{logit}(\hat{\omega}_{15}) = 0.420012\ X_1 - 4.69921\ X_2 + 5.377285\ X_3 - 0.76157\ X_4$
16	Mojokerto	$\text{logit}(\hat{\omega}_{16}) = 0.359213\ X_1 - 4.47793\ X_2 + 5.144127\ X_3 - 0.69135\ X_4$
17	Jombang	$\text{logit}(\hat{\omega}_{17}) = 0.291515\ X_1 - 4.22398\ X_2 + 4.89885\ X_3 - 0.61265\ X_4$
18	Nganjuk	$\text{logit}(\hat{\omega}_{18}) = 0.021728\ X_1 - 2.99726\ X_2 + 4.081664\ X_3 - 0.31362\ X_4$
19	Madiun	$\text{logit}(\hat{\omega}_{19}) = -0.01689\ X_1 - 2.46673\ X_2 + 3.593395\ X_3 - 0.24951\ X_4$
20	Magetan	$\text{logit}(\hat{\omega}_{20}) = -0.01529\ X_1 - 2.3034\ X_2 + 3.391304\ X_3 - 0.23776\ X_4$
21	Ngawi	$\text{logit}(\hat{\omega}_{21}) = -0.0145\ X_1 - 2.68688\ X_2 + 3.917511\ X_3 - 0.27574\ X_4$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

22	Bojonegoro	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{22}) = 0.019659\,X_1 - 3.15102\,X_2 + 4.377226\,X_3 - 0.32873\,X_4$
23	Tuban	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{23}) = 0.218582\,X_1 - 4.80033\,X_2 + 5.731956\,X_3 - 0.53895\,X_4$
24	Lamongan	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{24}) = 0.358513\,X_1 - 4.59066\,X_2 + 5.304761\,X_3 - 0.69384\,X_4$
25	Gresik	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{25}) = 0.431275\,X_1 - 4.81411\,X_2 + 5.518102\,X_3 - 0.77675\,X_4$
26	Bangkalan	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{26}) = 0.466218\,X_1 - 4.96118\,X_2 + 5.669906\,X_3 - 0.81685\,X_4$
27	Sampang	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{27}) = 0.707519\,X_1 - 6.02176\,X_2 + 7.073433\,X_3 - 1.13289\,X_4$
28	Pamekasan	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{28}) = 0.76394\,X_1 - 6.40208\,X_2 + 7.583123\,X_3 - 1.23795\,X_4$
29	Sumenep	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{29}) = 0.824716\,X_1 - 7.38641\,X_2 + 8.722098\,X_3 - 1.51764\,X_4$
30	Kota Kediri	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{30}) = 0.22143\,X_1 - 3.86969\,X_2 + 4.541672\,X_3 - 0.52661\,X_4$
31	Kota Blitar	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{31}) = 0.193236\,X_1 - 3.4525\,X_2 + 3.932486\,X_3 - 0.45938\,X_4$
32	Kota Malang	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{32}) = 0.369669\,X_1 - 4.40103\,X_2 + 5.005502\,X_3 - 0.69503\,X_4$
33	Kota Probolinggo	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{33}) = 0.627258\,X_1 - 5.68892\,X_2 + 6.642563\,X_3 - 1.05247\,X_4$
34	Kota Pasuruan	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{34}) = 0.454272\,X_1 - 4.79911\,X_2 + 5.484734\,X_3 - 0.79942\,X_4$
35	Kota Mojokerto	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{35}) = 0.347477\,X_1 - 4.43735\,X_2 + 5.104656\,X_3 - 0.67786\,X_4$
36	Kota Madiun	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{36}) = -0.01612\,X_1 - 2.54974\,X_2 + 3.682633\,X_3 - 0.25484\,X_4$
37	Kota Surabaya	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{37}) = 0.441971\,X_1 - 4.82352\,X_2 + 5.523003\,X_3 - 0.78849\,X_4$
38	Kota Batu	$\text{logit}(\widehat{\omega}_{38}) = 0.352199\,X_1 - 4.36229\,X_2 + 4.979884\,X_3 - 0.67768\,X_4$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

RIWAYAT HIDUP

Adeliana, lahir di Jakarta pada tanggal 9 Juni 1995, biasa dipanggil Adel, tinggal di Kelurahan Dandangan, Kota Kediri. Anak pertama dari tiga bersaudara, puteri bapak Umar dan ibu Aisyah.

Pendidikan dasarnya ditempuh di SDN Ngronggo II dan SDN NGADIREJO I, lulus pada tahun 2007. Setelah itu melanjutkan ke SMP NEGERI 2 dan lulus pada tahun 2010. Kemudian dia melanjutkan pendidikan ke MAN KOTA KEDIRI 3 dan lulus pada tahun 2013. Selanjutnya, pada tahun 2013 dia menempuh kuliah di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang mengambil Jurusan Matematika.

Selama menjadi mahasiswa, dia berperan aktif pada organisasi intra dan ekstra kampus dalam rangka mengembangkan akademiknya. Organisasi intra yang diikutinya adalah Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) Matematika.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang
Telp./Fax.(0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Adeliana
NIM : 13610049
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Matematika
Judul Skripsi : Estimasi Parameter *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression* (GWZIPR) dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel*
Pembimbing I : Dr. Sri Harini, M.Si
Pembimbing II : Mohammad Jamhuri, M.Si

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1.	05 April 2017	Konsultasi Kajian Keagamaan	1.
2.	10 April 2017	Konsultasi Kajian Keagamaan	2.
3.	14 Juni 2017	Konsultasi BAB I, BAB II, BAB III	3.
4.	14 Juni 2017	Konsultasi Kajian Keagamaan	4.
5.	10 Juli 2017	Konsultasi BAB IV	5.
6.	17 Juli 2017	Konsultasi BAB IV	6.
7.	18 Juli 2017	Konsultasi BAB IV	7.
8.	03 Agustus 2017	Konsultasi BAB IV, BAB V	8.
9.	04 Agustus 2017	Konsultasi BAB IV, BAB V	9.
10.	07 Agustus 2017	Konsultasi Kajian Keagamaan	10.
11.	08 Agustus 2017	Konsultasi Kajian Keagamaan	11.

Malang, Agustus 2017
Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG