

**METODE *M-ESTIMATION* DENGAN PEMBOBOT RAMSAY
UNTUK MENDUGA PARAMETER *ROBUST GEOGRAPHICALLY
WEIGHTED REGRESSION (RGWR)*
(Studi Kasus Tingkat Kemiskinan di Jawa Timur Tahun 2016)**

SKRIPSI

oleh:

**AHMAD MUHYIDIN ABDUSSALAM MUBAROK
145090500111009**



**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**METODE M-ESTIMATION DENGAN PEMBOBOT RAMSAY
UNTUK MENDUGA PARAMETER ROBUST GEOGRAPHICALLY
WEIGHTED REGRESSION (RGWR)
(Studi Kasus Tingkat Kemiskinan di Jawa Timur Tahun 2016)**

oleh:

**Ahmad Muhyidin Abdussalam Mubarak
145090500111009**

**Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 16 Juli 2018
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Statistika**

**Mengetahui,
Dosen Pembimbing**

**Dr. Suci Astutik, S.Si., M.Si.
NIP. 197407221999032001**

**Ketua Jurusan Statistika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Rahma Fitriani, S.Si, M.Sc, Ph.D
NIP. 197603281999032001**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Muhyidin Abdussalam Mubarak
NIM : 145090500111009
Program Studi : Statistika
Penulis Skripsi Berjudul :

**METODE *M-ESTIMATION* DENGAN PEMBOBOT *RAMSAY*
UNTUK MENDUGA PARAMETER *ROBUST GEOGRAPHICALLY
WEIGHTED REGRESSION (RGWR)***

(Studi Kasus Tingkat Kemiskinan di Jawa Timur Tahun 2016)

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 16 Juli 2018
Yang menyatakan

Ahmad Muhyidin Abdussalam Mubarak
NIM. 145090500111009

repository.ub.ac.id

**METODE M-ESTIMATION DENGAN PEMBOBOT RAMSAY
UNTUK MENDUGA PARAMETER ROBUST GEOGRAPHICALLY
WEIGHTED REGRESSION (RGWR)
(Studi Kasus Tingkat Kemiskinan di Jawa Timur Tahun 2016)**

ABSTRAK

Geographically Weighted Regression (GWR) merupakan pengembangan dari model regresi linier dengan *Ordinary Least Squares* (OLS) menjadi model regresi terboboti yang memperhatikan efek spasial, sehingga menghasilkan penduga parameter yang hanya dapat digunakan untuk memprediksi setiap lokasi di mana data tersebut diamati. Salah satu isu penting dalam model regresi adalah efek *outlier* yang mengakibatkan penduga kuadrat terkecil menjadi bias. Metode regresi *robust* adalah salah satu alternatif dalam mengatasi permasalahan regresi, jika diyakini data mengandung *outlier*. Salah satu metode regresi *robust* yang sering digunakan adalah *M-Estimation*. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model GWR yang *robust* terhadap *outlier* menggunakan metode *M-Estimation* dengan pembobot *Ramsay* yang diaplikasikan pada data tingkat kemiskinan di Provinsi Jawa Timur tahun 2016. Peubah respon yang digunakan pada penelitian ini adalah persentase penduduk miskin dan peubah penjelas meliputi angka harapan hidup (AHH), angka harapan sekolah (AHS) serta pengeluaran perkapita untuk makanan. Model dengan penduga parameter yang didapatkan dari metode *M-Estimation* telah sesuai digunakan dan efektif dalam menduga tingkat kemiskinan di Provinsi Jawa Timur. Hal tersebut didukung dengan nilai koefisien determinasi yang tinggi yaitu lebih dari 75% di setiap lokasi pengamatan.

Kata Kunci: Kemiskinan, *M-Estimation*, *Ramsay*, RGWR

repository.ub.ac.id

**M-ESTIMATION METHOD WITH RAMSAY'S WEIGHT TO
ESTIMATE ROBUST GEOGRAPHICALLY WEIGHTED
REGRESSION (RGWR) PARAMETER
(The Case Study on Poverty Rate in East Java in 2016)**

ABSTRACT

Geographically Weighted Regression (GWR) is a development from the linear regression model with Ordinary Least Squares (OLS) becoming a weighted regression model that considering the spatial effect in which produce parameter estimate that can be used to predict every location where the data is analyzed. One of the important issues in regression model is the outlier's effect that make the least square estimate becoming bias. The robust regression method is one of the alternatives in solving regression problems, if data is believed to contain outliers. One of the robust regression methods that often used is M-estimation. This research's purpose is to obtain a GWR model that is robust towards outliers by using M-Estimation with Ramsay's weight that is applied to the poverty rate data in East Java Province in 2016. Response variable that used in this research is percentage of population living in poverty and the predictor variables are life expectancy, school life expectancy, and per capita food expenditure. The model with parameter estimator that obtained from M-Estimation method already suitable and effective to estimate the poverty rate in East Java Province. This statement supported with the high coefficient of determination that more than 75% in every observation location.

Keywords : M-Estimation, Poverty, Ramsay, RGWR

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikan. Terima kasih yang setulusnya penulis sampaikan kepada beberapa pihak yang turut membantu terselesaikannya skripsi ini kepada:

1. Ibu Dr. Suci Astutik, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing atas bimbingan yang telah diberikan, masukkan serta motivasi sehingga terselesaikannya skripsi ini.
2. Ibu Dr. Ir. Atiek Iriany, MS., selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan pengarahan dan masukan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Henny Pramodyo, MS selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan pengarahan dan masukan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
4. Ayah, Ibu, serta semua keluarga saya yang telah memberikan motivasi dan doa restu.
5. Ibu Rahma Fitriani, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Matematika Universitas Brawijaya.
6. Teman-teman Program Studi Statistika, khususnya angkatan 2014 atas bantuan, doa dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Sahabat-sahabat santri Pesma Al Hikam atas bantuan, doa dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Rekan-rekan kerja di ALC maupun IDP khususnya Bapak Prof Dr. Ir. Loekito Adi Soehono, M.Agr. selaku Manager IDP East Java atas bantuan, doa dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun akan berguna untuk penyusunan skripsi yang lebih baik. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi penulis sendiri khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, 19 Mei 2018

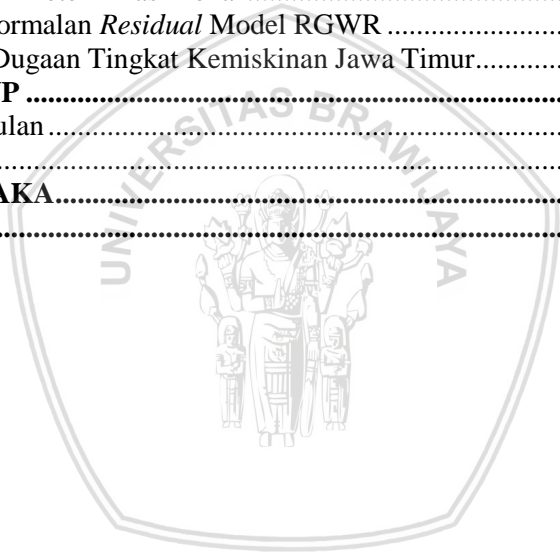
Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Data Spasial	5
2.2. Regresi Linier Klasik.....	5
2.3. Model <i>Geographically Weighted Regression</i> (GWR).....	6
2.4. <i>Bandwith</i>	7
2.5. Fungsi Pembobot Model GWR	7
2.6. Pendugaan Parameter Model GWR.....	8
2.7. Asumsi Model GWR	9
2.7.1. Kenormalan <i>Residual</i>	9
2.7.2. Uji Heterogenitas Spasial	10
2.8. <i>Outlier</i>	11
2.9. <i>Robust Geographically Weighted Regression</i> (RGWR).....	15
2.10. <i>M-Estimation</i>	16
2.11. Fungsi Pembobot <i>Ramsay</i>	16
2.12. Pendugaan Parameter menggunakan <i>M-Estimation</i>	17
2.13. Pengujian Penduga Parameter	19
2.13.1. Pengujian Penduga Parameter secara Simultan.....	19
2.13.2. Pengujian Penduga Parameter secara Parsial	20
2.14. Koefisien Determinasi Lokal.....	21
2.15. Kemiskinan.....	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1. Sumber Data	23
3.2. Metode Analisis.....	23



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Regresi Linier Klasik	27
4.2. Uji Heterogenitas Spasial.....	27
4.3. Pendeteksian <i>Outlier</i>	28
4.4. Model GWR.....	28
4.4.1. Jarak Euclidean	28
4.4.2. Bandwidth.....	30
4.4.3. Pembobot Gauss Kernel.....	30
4.4.4. Pendugaan Parameter Model GWR	32
4.5. Pembobot <i>Ramsay</i>	32
4.6. Pendugaan Parameter <i>Robust</i> dengan <i>M-Estimation</i>	34
4.7. Pengujian Penduga Parameter RGWR.....	34
4.8. Koefisien Determinasi Lokal	35
4.9. Uji Kenormalan <i>Residual</i> Model RGWR	35
4.10. Peta Dugaan Tingkat Kemiskinan Jawa Timur.....	36
BAB V PENUTUP	41
5.1. Kesimpulan	41
5.2. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN	45



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil Uji Kenormalan *Residual* Model Regresi Linier Klasik..27
 Tabel 4.2. Hasil Uji Heterogenitas Spasial..... 28
 Tabel 4.3. Jarak *Euclidean* Kabupaten Pacitan dengan Lokasi Lain..... 29
 Tabel 4.4. Pembobot *Gauss Kernel* untuk Kabupaten Pacitan..... 30
 Tabel 4.5. Ringkasan Penduga Parameter Model GWR..... 32
 Tabel 4.6. Pembobot *Ramsay* untuk setiap Lokasi Pengamatan 33
 Tabel 4.7. Ringkasan Penduga Parameter dengan metode *M-Estimation*.. 34
 Tabel 4.8. Hasil Pengujian Penduga Parameter Secara Simultan..... 35
 Tabel 4.9. Hasil Uji Kenormalan *Residual* Model RGWR 36
 Tabel 4.10. Hasil Pemetaan Dugaan Tingkat Kemiskinan 37
 Tabel 4.11. Hasil Pemetaan Tingkat Kemiskinan 39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Identifikasi *Outlier* dengan *Boxplot* 12
 Gambar 3.1. Diagram Alir Pendugaan Parameter RGWR 24
 Gambar 4.1. Plot Nilai DFFITS 28
 Gambar 4.2. Peta Tingkat Kemiskinan Jawa Timur Tahun 2016 36
 Gambar 4.3. Peta Dugaan Tingkat Kemiskinan Jawa Timur Tahun 2016 .36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Tingkat Kemiskinan Jawa Timur Tahun 2016	45
Lampiran 2. <i>Output Software R</i>	47
Lampiran 3. Jarak <i>Euclidean</i> (m) Setiap Lokasi dengan Lokasi Lain.....	49
Lampiran 4. Pembobot <i>Gauss Kernel</i> setiap Lokasi dengan Lokasi Lain..	57
Lampiran 5. Hasil Pendugaan Parameter Model GWR.....	65
Lampiran 6. Hasil Pendugaan Parameter <i>Robust</i> dengan <i>M-Estimation</i>	67
Lampiran 7. Nilai <i>thit</i> Setiap Peubah untuk Masing-Masing Lokasi	69
Lampiran 8. Nilai <i>Residual</i> dan Koefisien Determinasi Setiap Lokasi	71
Lampiran 9. <i>Source Code</i>	73





BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Metode statistika seringkali digunakan sebagai alat untuk mengetahui hubungan antar peubah dengan cara membentuk suatu model yang sesuai dalam menggambarkan karakteristik data. Oleh karena itu statistika dapat digunakan untuk memudahkan perhitungan-perhitungan maupun prediksi-prediksi seperti tingkat kemiskinan, tingkat produksi suatu komoditas, dan lain sebagainya. Namun dalam memprediksi lebih sering menggunakan fungsi regresi secara global. Artinya koefisien regresi yang sama digunakan secara global pada seluruh lokasi geografis. Padahal belum tentu asumsi-asumsi yang menyertai pemodelan regresi itu valid karena perbedaan lokasi geografis sangat mungkin berpengaruh dan menghasilkan prediksi model yang berbeda. Seiring berkembangnya zaman, telah dikembangkan pula model regresi dengan memperhitungkan efek geografis salah satunya yaitu *Geographically Weighted Regression* (GWR).

Model GWR pertama kali diperkenalkan oleh Fotheringham pada tahun 1967. Model GWR adalah pengembangan dari model regresi linear klasik atau *Ordinary Linear Regression* (OLR). Model GWR adalah model regresi yang dikembangkan untuk memodelkan data dengan peubah respon yang bersifat kontinu dan mempertimbangkan aspek spasial atau lokasi (Maulani, 2013). Salah satu isu penting dalam model regresi adalah efek *outlier* yang mengakibatkan penduga kuadrat terkecil menjadi bias. Secara umum, *outlier* adalah data yang tidak mengikuti pola umum model dan secara kasar dapat diambil patokan yaitu yang *residualnya* berjarak tiga simpangan baku atau lebih dari rata-ratanya (yaitu nol) (Sembiring, 1995) Beberapa penyebab munculnya *outlier* adalah terdapat kesalahan dalam memasukkan data, kesalahan pengukuran, analisis, atau kesalahan-kesalahan lainnya.

Metode regresi *robust* adalah salah satu alternatif dalam mengatasi permasalahan regresi, jika diyakini data mengandung *outlier*. Metode ini merupakan alat penting dalam menganalisis data yang dipengaruhi oleh *outlier* untuk menghasilkan model yang *robust* atau *resistant* terhadap *outlier*. Salah satu metode regresi *robust* yang sering digunakan adalah *M-Estimation* karena lebih fleksibel dan dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah estimasi multiparameter. Huruf M mengindikasikan bahwa *M-Estimation* adalah pendugaan dengan *maximum likelihood* (Huber, 1981).

Pada penelitian terdahulu, Saefuddin *et. al* (2011) membandingkan antara model regresi berganda dengan model GWR pada kasus tingkat kemiskinan di Indonesia. Berdasarkan penelitian tersebut model yang dihasilkan GWR lebih bagus dibandingkan dengan regresi berganda. Kemudian Yuliana (2014) melakukan penerapan metode *robust M-Estimation* terhadap model regresi linear pada data nilai kalkulus mahasiswa Universitas Widya Dharma Klaten. Dari penelitian tersebut diperoleh suatu estimasi parameter regresi yang konvergen tanpa harus membuang pengamatan *outliernya*. Hal ini berarti regresi linear *robust* dengan *M-Estimation* dapat digunakan untuk mengatasi suatu data yang mengandung *outlier*. Di tahun yang sama, Sari (2014) melakukan pendugaan parameter terhadap model GWR dengan menggunakan metode *M-Estimation* yang diterapkan pada kasus pemetaan potensi pertanian padi Jawa Timur tahun 2012. Pada penelitian tersebut digunakan fungsi pembobot *Tukey Bisquare* dan diperoleh penduga parameter yang tidak bias sehingga metode *M-Estimation* juga dapat diaplikasikan terhadap model GWR.

Di tahun 2016, Prasetya membandingkan pembobot Huber, pembobot Hampel dan pembobot *Ramsay* dalam regresi *robust-M* pada persentase tingkat kemiskinan Jawa Timur tahun 2013. Dari penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa fungsi pembobot *Ramsay* merupakan pembobot yang lebih baik daripada Huber dan Hampel untuk memodelkan tingkat kemiskinan Jawa Timur tahun 2013 karena memiliki nilai RMSE dan AIC paling kecil. Sehingga pada penelitian ini akan digunakan fungsi pembobot *Ramsay* untuk menduga parameter RGWR menggunakan metode *M-Estimation* dan diterapkan pada data tingkat kemiskinan di Jawa Timur tahun 2016.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pendugaan parameter RGWR menggunakan metode *M-Estimation* dengan pembobot *Ramsay* pada data tingkat kemiskinan di Jawa Timur tahun 2016?
2. Bagaimana hasil pemetaan model RGWR data tingkat kemiskinan di Jawa Timur tahun 2016?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menduga parameter RGWR pada data tingkat kemiskinan di Jawa Timur tahun 2016 menggunakan metode *M-Estimation* dengan pembobot *Ramsay*.
2. Membuat peta dugaan tingkat kemiskinan di Jawa Timur tahun 2016.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah diperoleh peta dugaan tingkat kemiskinan di Jawa Timur tahun 2016 dan juga diperoleh informasi tentang pendugaan parameter RGWR menggunakan metode *M-Estimation* dengan pembobot *Ramsay*, serta pengaplikasiannya pada tingkat kemiskinan di Jawa Timur tahun 2016.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah penggunaan metode *M-Estimation* dengan fungsi pembobot *Ramsay* untuk menduga parameter RGWR. Penduga parameter RGWR tersebut didapatkan melalui proses iterasi dengan penduga awal merupakan hasil pendugaan dari model GWR yang menggunakan fungsi pembobot *Gauss Kernel*. Pada penelitian ini peubah dibagi menjadi dua, yaitu peubah respon adalah persentase penduduk miskin (Y) dan peubah penjelas meliputi angka harapan hidup (X1), angka harapan sekolah (X2) serta pengeluaran perkapita untuk makanan (X3).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Data Spasial

Cressie (1993) menyatakan bahwa data spasial merupakan data yang dikumpulkan dari lokasi spasial berbeda dan memiliki sifat ketergantungan antara pengukuran data dengan lokasi. Pada saat ini data spasial menjadi media yang penting dalam pengambilan kebijakan perencanaan pembangunan dan pengelolaan sumber daya alam. Pemanfaatan data spasial semakin berkembang yang dikarenakan adanya teknologi dan pemanfaatannya pada Sistem Informasi Geografis (SIG).

Prahasta (2009) mendefinisikan data spasial adalah data yang berorientasi geografis, memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar referensinya dan mempunyai dua bagian penting yang membuatnya berbeda dari data yang lain, yaitu informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (atribut). Informasi lokasi (spasial), berkaitan dengan suatu koordinat baik koordinat geografis (lintang dan bujur) dan koordinat XYZ, termasuk diantaranya informasi datum dan proyeksi. Informasi lokasi atau geometri milik suatu obyek spasial dapat dimasukkan ke dalam beberapa bentuk seperti titik (dimensi nol-*point*), garis (satu dimensi-*line* atau *polyline*), polygon (dua dimensi-*area*), dan permukaan (3D).

Informasi deskriptif (atribut) merupakan informasi nonspasial yang memberi penjelasan atau deskripsi terhadap setiap objek di suatu lokasi, seperti jenis vegetasi, populasi, luasan, dan parameter lainnya. Data nonspasial dapat disajikan dalam beberapa bentuk seperti format tabel, format laporan, format pengukuran, ataupun format grafik.

2.2. Regresi Linier Klasik

Menurut Gujarati (2003), regresi adalah kajian terhadap ketergantungan satu peubah, yaitu peubah respon tergantung terhadap satu atau lebih peubah lainnya atau yang disebut sebagai peubah-peubah penjelas dengan tujuan untuk membuat estimasi atau memprediksi rata-rata populasi atau nilai rata-rata peubah tergantung dalam kaitannya dengan nilai – nilai yang sudah diketahui dari peubah penjelasnya. Regresi linier mempunyai persamaan yang mengekspresikan hubungan linier antara peubah respon yang diberi simbol Y dan salah satu atau lebih peubah penjelas yang diberi simbol X. Persamaan regresi untuk regresi linier klasik dengan lebih dari satu peubah penjelas adalah seperti di bawah ini:

$$y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.1)$$

di mana

- y_i : nilai peubah respon pada pengamatan ke- i
- x_{ik} : nilai peubah penjelas k pada pengamatan ke- i
- β_k : parameter yang berhubungan dengan peubah penjelas ke- k (x_{ik}) dengan $k = 0, 1, 2, \dots, p$

Parameter β_k dapat diduga menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) yang menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$\widehat{\beta}_{OLS} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{Y} \quad (2.2)$$

di mana

- \mathbf{X} : matriks nilai peubah penjelas berukuran $(n \times (p+1))$
- \mathbf{Y} : matriks peubah respon berukuran $(n \times 1)$
- $\widehat{\beta}_{OLS}$: matriks penduga parameter berukuran $((p+1) \times 1)$

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

2.3. Model Geographically Weighted Regression (GWR)

Geographically Weighted Regression (GWR) adalah salah satu model spasial dengan vektor titik. GWR merupakan pengembangan dari model regresi linier dengan OLS menjadi model regresi terboboti yang memperhatikan efek spasial, sehingga menghasilkan penduga parameter yang hanya dapat digunakan untuk memprediksi setiap lokasi di mana data tersebut diamati (Fotheringham et al., 2002).

Model GWR merupakan suatu model yang memperhatikan perbedaan lokasi geografis sebagai faktor yang mempengaruhi peubah respon. Hubungan antara peubah respon y dan peubah penjelas x_1, x_2, \dots, x_p pada model GWR untuk lokasi ke- i adalah:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.3)$$

di mana

- y_i : nilai peubah respon pada lokasi ke- i
- (u_i, v_i) : koordinat lokasi ke- i
- x_{ik} : nilai peubah penjelas k pada lokasi ke- i
- $\beta_k(u_i, v_i)$: parameter pada lokasi ke- i yang berhubungan dengan peubah penjelas ke- k (x_{ik}) dengan $k = 0, 1, 2, \dots, p$
- ε_i : nilai *residual* ke- i



2.4. Bandwith

Bandwidth adalah ukuran jarak fungsi pembobot dan sejauh mana pengaruh lokasi terhadap lokasi lain. Secara teoritis *bandwidth* merupakan lingkaran dengan radius b dari titik pusat lokasi, di mana digunakan sebagai dasar menentukan bobot setiap pengamatan terhadap model GWR pada lokasi tersebut. Pengamatan-pengamatan yang terletak dekat dengan lokasi i maka akan lebih berpengaruh dalam membentuk parameter model pada lokasi i . *Bandwidth* optimum dapat diperoleh dengan menghitung *cross validation* (CV). Jika nilai CV semakin kecil, maka didapatkan *bandwidth* yang optimum dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$CV = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_{\neq i}(b)]^2 \tag{2.4}$$

di mana

- i : lokasi ke- i
- b : *bandwidth*
- $\hat{y}_{\neq i}(b)$: nilai prediksi dari model GWR tanpa pengamatan ke- i .

(Fotheringham *et al.*, 2002)

2.5. Fungsi Pembobot Model GWR

Salah satu jenis fungsi pembobot model GWR yang dapat dipergunakan adalah fungsi *Gauss Kernel*. Bentuk fungsi *Gauss Kernel* adalah

$$\omega_{ij} = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right] \tag{2.5}$$

di mana

- ω_{ij} : bobot dari lokasi ke- j untuk menduga parameter di lokasi ke- i
- d_{ij} : jarak *eulclidean* antara lokasi ke- j dan lokasi ke- i
- b : *bandwidth*

Fungsi *Gauss Kernel* akan memberi bobot yang akan semakin menurun mengikuti fungsi *Gaussian* ketika d_{ij} semakin besar.

Matriks pembobot ω_i merupakan matriks diagonal $n \times n$ dengan diagonal utama adalah bobot dari tiap lokasi untuk menduga parameter lokasi ke- i .

$$\omega_i = \begin{bmatrix} \omega_{i1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \omega_{i2} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \omega_{in} \end{bmatrix} \tag{2.6}$$

Matriks pembobot ω_i dihitung untuk tiap i dan mengindikasikan kedekatan atau bobot tiap lokasi dengan lokasi ke- i . Sehingga matriks pembobot ω_i yang digunakan berbeda-beda tergantung lokasinya (Leung et al., 2000).. Hal ini yang membedakan GWR dengan WLS pada umumnya yang mempunyai matriks bobot yang konstan.

2.6. Pendugaan Parameter Model GWR

Model GWR adalah sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Persamaan tersebut dijabarkan menjadi:

$$y_1 = \beta_0(u_1, v_1) + \beta_1(u_1, v_1)x_{11} + \beta_2(u_1, v_1)x_{12} + \dots + \beta_p(u_1, v_1)x_{1p} + \varepsilon_1$$

$$y_2 = \beta_0(u_2, v_2) + \beta_1(u_2, v_2)x_{21} + \beta_2(u_2, v_2)x_{22} + \dots + \beta_p(u_2, v_2)x_{2p} + \varepsilon_2$$

⋮

$$y_n = \beta_0(u_n, v_n) + \beta_1(u_n, v_n)x_{n1} + \beta_2(u_n, v_n)x_{n2} + \dots + \beta_p(u_n, v_n)x_{np} + \varepsilon_n$$

Sehingga didapatkan bentuk:

$$Y = (\beta \otimes X)\mathbf{1} + \varepsilon \tag{2.7}$$

atau

$$\varepsilon = Y - (\beta \otimes X)\mathbf{1} \tag{2.8}$$

dengan $\beta = \begin{pmatrix} \beta_0(u_1, v_1) & \beta_1(u_1, v_1) & \dots & \beta_p(u_1, v_1) \\ \beta_0(u_2, v_2) & \beta_1(u_2, v_2) & \dots & \beta_p(u_2, v_2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_0(u_n, v_n) & \beta_1(u_n, v_n) & \dots & \beta_p(u_n, v_n) \end{pmatrix}$

di mana \otimes adalah operator perkalian antara setiap elemen matriks yang letaknya sama dan $\mathbf{1}$ adalah vector berukuran $(p + 1) \times 1$ yang setiap elemennya adalah 1.

Sehingga untuk setiap lokasi ke- i , pendugaan parameter GWR dapat dilakukan dengan metode *Weighted Least Square* (WLS). Metode WLS dilakukan dengan cara memberikan bobot yang berbeda pada setiap lokasi kemudian meminimumkan jumlah kuadrat *residual*:

$$RSS = \sum_{j=1}^n \omega_{ij} \varepsilon_j^2 = \sum_{j=1}^n \omega_{ij} [y_j - \beta_0(u_j, v_j) - \sum_{k=1}^p \beta_k(u_j, v_j)x_{jk}]$$

atau

$$\begin{aligned}RSS &= \boldsymbol{\varepsilon}' \boldsymbol{\omega}_i \boldsymbol{\varepsilon} \\ &= \mathbf{Y}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{Y} - 2\boldsymbol{\beta}'(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{Y} + \boldsymbol{\beta}'(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)\end{aligned}\quad (2.9)$$

Nilai minimum RSS diperoleh pada saat $\frac{\partial(RSS)}{\partial \boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)} = 0$, sehingga menghasilkan

$$\begin{aligned}\frac{\partial(RSS)}{\partial \boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)} &= -2\mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{Y} + 2\mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \\ 0 &= -2(\mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{Y} + \mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{X} \widehat{\boldsymbol{\beta}}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i))\end{aligned}$$

$$0 = (\mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{Y} + \mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{X} \widehat{\boldsymbol{\beta}}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i))$$

$$\mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{X} \widehat{\boldsymbol{\beta}}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) = \mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{Y}$$

$$(\mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{X} \widehat{\boldsymbol{\beta}}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) = (\mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{Y}$$

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) = (\mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{Y}$$

Sehingga untuk setiap lokasi ke- i , pendugaan parameter model GWR dilakukan dengan operasi matriks sebagai berikut:

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) = (\mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \boldsymbol{\omega}_i \mathbf{Y}\quad (2.10)$$

di mana

- \mathbf{X} : matriks nilai peubah penjelas berukuran $(n \times (p+1))$
- \mathbf{Y} : matriks peubah respon berukuran $(n \times 1)$
- $\boldsymbol{\omega}_i$: matriks pembobot untuk lokasi ke- i berukuran $(n \times n)$
- $\widehat{\boldsymbol{\beta}}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)$: matriks penduga parameter model GWR untuk lokasi ke- i berukuran $((p+1) \times 1)$
- u_i : koordinat spasial *longitude* untuk pengamatan ke- i
- v_i : koordinat spasial *latitude* untuk pengamatan ke- i

(Fotheringham et al., 2002)

2.7. Asumsi Model GWR

2.7.1. Kenormalan Residual

Asumsi kenormalan residual harus terpenuhi untuk model GWR yang baik. Pengujian kenormalan residual dapat menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Uji *Kolmogorov-Smirnov* merupakan suatu uji yang digunakan untuk memutuskan jika terdapat sampel dari populasi yang

menyebar pada distribusi tertentu. Pada uji ini akan membandingkan distribusi kumulatif sampel dengan distribusi kumulatif tertentu, dalam hal ini adalah distribusi kumulatif normal. Hipotesis yang digunakan dalam uji ini adalah:

$$H_0: F(x) = F_0(x) \text{ (residual berdistribusi normal)}$$

melawan

$$H_1: F(x) \neq F_0(x) \text{ (residual tidak berdistribusi normal)}$$

Dengan statistik uji sebagai berikut:

$$D_n = \text{Maks}|F_n(x) - F_0(x)| \quad (2.11)$$

di mana

D_n : jarak tegak maksimum antara fungsi sebaran empiris $F_n(x)$ dengan fungsi sebaran normal $F_0(x)$

$F_n(x)$: sebaran kumulatif sampel

$F_0(x)$: sebaran kumulatif normal

$F(x)$: sebaran kumulatif populasi

Jika $D_n > D_n(\alpha)$ maka H_0 ditolak dengan taraf nyata α maka distribusi dari populasi tersebut tidak menyebar normal, di mana $D_n(\alpha)$ adalah titik kritis dari uji *Kolmogorov-Smirnov* (Daniel, 1995).

2.7.2. Uji Heterogenitas Spasial

Permasalahan yang sering ditemukan pada data spasial adalah ragam yang tidak selalu homogen pada setiap lokasi pengamatan atau disebut dengan heterogenitas spasial. Perbedaan kondisi sosial-budaya maupun geografis dari beberapa wilayah dapat menyebabkan adanya heterogenitas spasial pada model. Analisis GWR tepat digunakan jika terdapat keragaman antar lokasi pada setiap peubah. Anselin (1988) menggunakan Uji *Breusch-Pagan* untuk menguji adanya heterogenitas spasial dalam model dengan hipotesis seperti berikut:

$$H_0 : \sigma_i^2 = \sigma^2 \text{ (tidak terdapat heterogenitas spasial)}$$

melawan

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 \text{ (terdapat heterogenitas spasial)}$$

dengan $i = 1, 2, \dots, n$

Statistik Uji *Breusch-Pagan* (BP)

$$BP = \left(\frac{1}{2}\right) \mathbf{f}' \mathbf{Z} (\mathbf{Z}' \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}' \mathbf{f} \sim \chi^2_{(p)} \quad (2.12)$$

dengan elemen vektor \mathbf{f}

$$f_i = \frac{\varepsilon_i^2}{\sigma^2} - 1 \quad (2.13)$$

di mana

ε_i : *residual* untuk pengamatan ke- i dengan matriks berukuran $(n \times 1)$

\mathbf{f} : vektor berukuran $(n \times 1)$

n : banyaknya pengamatan

σ^2 : ragam *residual* ε_i

\mathbf{Z} : matriks berukuran $n \times (p + 1)$ yang berisi vektor dari \mathbf{X} dengan pengamatan yang telah dibakukan.

p : banyaknya peubah penjelas.

pengambilan keputusan pada uji BP tolak H_0 jika $BP > \chi^2_{\alpha,(p)}$ di mana $\chi^2_{\alpha,(p)}$ merupakan titik kritis sebaran $\chi^2_{(p)}$ dengan taraf nyata α .

2.8. *Outlier*

Outlier adalah pengamatan yang jauh dari pusat data yang mungkin berpengaruh besar terhadap koefisien regresi. *Outlier* dapat muncul karena kesalahan dalam memasukkan data, kesalahan pengukuran, analisis, atau kesalahan-kesalahan lain. Keberadaan *outlier* akan mengganggu dalam proses analisis data dan harus dihindari dalam banyak hal. Menurut Soemartini (2007) dalam kaitannya dengan analisis regresi, *outlier* dapat menyebabkan hal-hal berikut:

1. *Residual* yang besar dari model yang terbentuk.
2. Varians pada data tersebut menjadi lebih besar.
3. Taksiran interval memiliki rentang yang lebar.

Deteksi *outlier* dapat dikenali dengan pemeriksaan visual dari data mentahnya atau diagram pencar dari peubah penjelas dan peubah respon. Untuk metode yang digunakan untuk mengidentifikasi adanya *outlier* yang berpengaruh dalam koefisien regresi secara grafis antara lain:

1. Diagram Pencar (*Scatter Plot*)

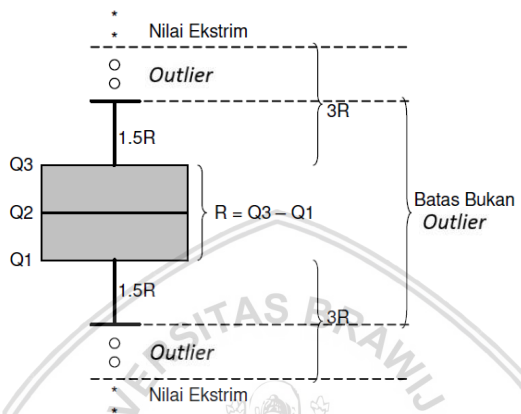
Metode ini dilakukan dengan cara membuat *plot* data dengan observasi ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$). Jika sudah didapatkan model regresi maka dapat dilakukan dengan cara membuat *plot* antara *residual* dengan nilai prediksi Y . Jika terdapat satu atau beberapa data yang terletak jauh dari pola kumpulan data keseluruhan maka hal ini mengindikasikan adanya *outlier*.

2. *Boxplot*

Metode ini menggunakan nilai kuartil dan jangkauan untuk mendeteksi *outlier*. Kuartil 1, 2, dan 3 akan membagi data yang telah

diurutkan sebelumnya menjadi empat bagian. Jangkauan *Inter Quartile Range (IQR)* didefinisikan sebagai selisih kuartil 1 terhadap kuartil 3, atau $IQR = Q_3 - Q_1$.

Dapat dilihat pada Gambar 2.1 bahwa *outlier* merupakan data dengan nilai yang kurang dari $1.5 \times IQR$ terhadap Q_1 dan nilai yang lebih dari $1.5 \times IQR$ terhadap Q_3 .



Gambar 2.1. Identifikasi *Outlier* dengan *Boxplot*

Menurut Cohen (2003) dalam bukunya telah menjelaskan bahwa terdapat tiga karakteristik yang secara potensial dapat digunakan untuk mendeteksi *outlier* yaitu:

1. *Leverage*

Leverage hanya menggambarkan pengamatan yang terjadi pada peubah penjelas. Untuk setiap pengamatan, *leverage* menginformasikan seberapa jauh pengamatan tersebut dari nilai *mean* himpunan data peubah penjelas (X). Jika hanya terdapat satu peubah penjelas, *leverage* (h_{ii}) dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$h_{ii} = \frac{1}{n} + \frac{(X_i - M_x)^2}{\sum (X_i - M_x)^2} \tag{2.14}$$

di mana

- h_{ii} : *leverage* pengamatan ke- i
- n : banyaknya data
- X_i : nilai untuk pengamatan ke- i
- M_x : nilai *mean* dari X

Jika pengamatan ke- i bernilai M_x , maka bentuk kedua dari persamaan (2.14) akan nol dan h_{ii} akan mungkin memiliki nilai yang minimum yakni $\frac{1}{n}$. Misalkan pada pengamatan ke- i , nilai pada X menjadi semakin jauh dari M_x , maka akan menaikkan nilai h_{ii} . Nilai maksimum dari h_{ii} adalah 1 dan nilai *mean* dari *leverage* untuk n -pengamatan dalam sampel adalah $M_{h_{ii}} = \frac{(p+1)}{n}$ dengan p merupakan banyaknya peubah penjelas.

Perhitungan *leverage* pada persamaan (2.14) untuk pengamatan satu peubah penjelas, dan dapat digeneralisasi untuk pengamatan peubah penjelas yang lebih dari satu. Pada pengamatan dengan banyak peubah penjelas, yang menjadi menarik adalah seberapa jauh nilai-nilai setiap p peubah untuk pengamatan ke- i , $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ip}$ dari *centroid* peubah penjelas, *centroid* merupakan *mean* dari data M_1, M_2, \dots, M_p . Perhitungan h_{ii} untuk pengamatan ini dengan menggunakan persamaan:

$$H = X(X'X)^{-1}X' \tag{2.15}$$

di mana

H : matriks $n \times n$

X : matriks $n \times (p + 1)$

n : banyaknya data

p : banyaknya peubah penjelas

(Rousseeuw dan Annick, 1987).

Diagonal dari H berisi nilai-nilai *leverage*. Sehingga *leverage* untuk pengamatan ke- i adalah h_{ii} yang merupakan nilai dari baris dan kolom ke- i dari H . Penentuan nilai yang memiliki *leverage* besar didasarkan pada nilai *cut off*. Nilai h_{ii} yang melebihi nilai *cut off* dideteksi sebagai *outlier*. Adapun nilai *cut off* adalah sebagai berikut:

$$cut\ off = \begin{cases} 2M_{h_{ii}} = \frac{2(p+1)}{n}, & n > 15 \\ 3M_{h_{ii}} = \frac{3(p+1)}{n}, & n \leq 15 \end{cases} \tag{2.16}$$

di mana $M_{h_{ii}}$ adalah nilai *mean* dari *leverage* untuk n -pengamatan dalam sampel dan p adalah banyaknya peubah penjelas.

2. Disrepancy

Diagnostik statistik untuk data *outlier* yang kedua adalah *discrepancy* atau jarak antara nilai prediksi dengan nilai observasi dari



peubah respon Y , yaitu $Y_i - \hat{Y}_i$ yang merupakan nilai *residual* (ϵ_i). Pada dasarnya, nilai yang menjadi *outlier* menyebabkan nilai *residual* menjadi besar dan tidak jatuh pada garis regresi. Nilai *discrepancy* dapat diperoleh dengan menggunakan dua metode yaitu *Internal Studentized Residuals* (ISR) dan *Externally Studentized Residuals* (ESR).

3. Influence

Metode yang ketiga dalam diagnostik statistik untuk mendeteksi adanya *outlier* adalah dengan menentukan nilai *influence* (pengaruh). Ukuran dari *influence* merupakan kombinasi dari ukuran *leverage* dan *discrepancy* yang menginformasikan mengenai bagaimana perubahan dari persamaan regresi jika pengamatan ke- i dihilangkan dari himpunan data.

Terdapat dua jenis ukuran pengaruh yang dapat digunakan, pertama adalah ukuran pengaruh global, yaitu DFFITS (*difference in fit standarized*) dan *Cook'sD*, yang memberikan informasi mengenai bagaimana pengamatan ke- i mempengaruhi keseluruhan karakteristik dari persamaan regresi. Jenis yang kedua adalah ukuran pengaruh khusus, yaitu DFBETAS yang menginformasikan mengenai bagaimana pengamatan ke- i mempengaruhi setiap koefisien regresi.

DFFITS didefinisikan sebagai berikut:

$$t_i = \frac{\hat{y}_i - \hat{y}_{i(i)}}{\sqrt{MS_{\epsilon(i)} h_{ii}}} \tag{2.17}$$

di mana:

\hat{y}_i : nilai prediksi ketika pengamatan ke- i dimasukkan ke dalam himpunan data

$\hat{y}_{i(i)}$: nilai prediksi ketika pengamatan ke- i dihapuskan dari himpunan data

$MS_{\epsilon(i)}$: nilai *varians* dari *residual* ketika pengamatan ke- i dihapuskan dari himpunan data

h_{ii} : nilai *leverage*

Pembilang pada (2.17) disebut DFFIT, yang menginformasikan seberapa besar nilai prediksi pengamatan ke- i akan berubah dalam unit data observasi Y jika pengamatan ke- i dihapuskan dari data. Penyebut pada (2.17) memberikan standarisasi DFFIT sehingga DFFITS mengestimasi nilai dari standar deviasi di mana \hat{y}_i nilai prediksi untuk pengamatan ke- i akan berubah jika pengamatan ke- i dihapuskan dari data.



Seperti yang telah disebutkan di atas ukuran pengaruh merupakan perkalian dari *leverage* dan *discrepancy*. Oleh karena itu DFFITS dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$(DFFITS)_i = t_i \left(\frac{h_{ii}}{1-h_{ii}} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.18)$$

Jika nilai t_i dan h_{ii} keduanya naik, maka besar dari DFFITS juga akan ikut naik. Hal ini menunjukkan pengamatan tersebut mempunyai pengaruh yang besar pada hasil analisis regresi. Ketika DFFITS= 0 maka pengamatan ke- i persis terletak pada garis regresi, sehingga \hat{y}_i tidak mengalami perubahan ketika pengamatan ke- i dihapuskan. Jika terletak pada *centroid* data sampel masih tetap memberikan beberapa pengaruh, karena nilai *minimum* dari h_{ii} adalah $\frac{1}{n}$. Tanda dari DFFITS akan positif jika $\hat{y}_i > \hat{y}_{i(i)}$ dan negatif ketika $\hat{y}_i < \hat{y}_{i(i)}$.

Penentuan pengamatan i sebagai *outlier* berdasarkan *cut off* masing-masing. Untuk DFFITS, nilai DFFITS (dengan mengabaikan tandanya) yang besarnya lebih dari 1 untuk data ukuran kecil ($n \leq 15$) dan sedang dideteksi sebagai *outlier*. Sedangkan untuk data yang ukuran besar, nilai

$|DFFITS| > 2 \sqrt{\frac{p+1}{n}}$ merupakan data *outlier*.

2.9. Robust Geographically Weighted Regression (RGWR)

Regresi *Robust* adalah metode regresi yang digunakan ketika *residual* tidak normal atau ada beberapa outlier yang mempengaruhi model. Metode ini merupakan alat penting untuk menganalisis data yang terdapat outlier di dalamnya sehingga menghasilkan model yang *robust* atau *resistant* terhadap outlier (Draper dan Smith, 1998). Teknik regresi *Robust* dapat juga diaplikasikan dalam model GWR yang mengandung *outlier* dan sering disebut dengan model *Robust Geographically Weighted Regression* (RGWR). Banyak teknik regresi *robust* yang dapat diaplikasikan pada model RGWR yang mengandung outlier, namun setiap teknik regresi *robust* mempunyai perbedaan kemampuan perlindungan melawan *outlier*.

Metode regresi *robust* menurut Huber (1981) mempunyai tiga estimasi, yaitu *L-Estimation* (kombinasi linear dari statistik *order*/terurut), *M-Estimation* (estimasi dengan maksimum likelihood) dan *R-Estimation* (estimasi yang berasal dari uji rank). *M-Estimation* lebih fleksibel dan dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah estimasi multiparameter. Dalam menentukan estimasi parameter, secara perhitungan maupun teoritis, *M-Estimation* merupakan yang paling sederhana sehingga pada aplikasinya

M-Estimation lebih mudah digunakan dibandingkan dengan R-Estimation maupun L-Estimation (Chen, 2002).

2.10. M-Estimation

M-Estimation merupakan metode regresi *robust* yang sering digunakan. M-Estimation dipandang baik untuk mengestimasi parameter yang disebabkan oleh *outlier*. M-Estimation meminimumkan fungsi objektif:

$$\sum_{i=1}^n \rho(e) = \sum_{i=1}^n \rho\left(\frac{\varepsilon_i}{\hat{\sigma}}\right) = \sum_{i=1}^n \rho\left(\frac{y_i - \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta}}{\hat{\sigma}}\right) \quad (2.19)$$

$\rho(e)$ adalah fungsi simetris dari *residual* atau fungsi yang memberikan kontribusi pada masing-masing *residual* pada fungsi objektif. Menurut Draper dan Smith (1998) nilai dari $\hat{\sigma}$ dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut:

$$\hat{\sigma} = \frac{\text{med}\{|\varepsilon_i - \text{med}(\varepsilon_i)|\}}{0,6745} \quad (2.20)$$

di mana 0,6745 merupakan konstanta untuk mencari estimator $\hat{\sigma}$ yang bersifat *unbias* dari σ untuk n besar.

Beberapa fungsi yang disarankan untuk M-Estimation diantaranya adalah fungsi *least square*, *Huber*, *Tukey bisquare* (*biweight*), *Hampel*, *Andrew*, dan *Ramsay*.

2.11. Fungsi Pembobot Ramsay

Pembobot *Ramsay* mempunyai fungsi obyektif sebagai berikut :

$$\rho(e) = \begin{cases} (c)^{-2} \{1 - \exp[-c|e|] \cdot [1 + c|e|]\}, & |e| \leq \infty \\ 0, & |e| > \infty \end{cases}$$

Fungsi Pengaruh pembobot *Ramsay* adalah :

$$\psi(e) = \begin{cases} e \exp(-c|e|), & |e| \leq \infty \\ 0, & |e| > \infty \end{cases}$$

Dan Fungsi Pembobot *Ramsay* adalah :

$$w(e) = \begin{cases} \exp(-c|e|), & |e| \leq \infty \\ 0, & |e| > \infty \end{cases} \quad (2.21)$$

dengan c adalah tuning konstan. Tuning konstan c menentukan efisiensi dari teknik regresi *robust* yang digunakan. Penduga *Ramsay* menggunakan nilai $c = 0,3$.

2.12. Pendugaan Parameter menggunakan M-Estimation

Model regresi adalah sebagai berikut:

$$y_i = \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.22)$$

atau

$$\varepsilon_i = y_i - \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.23)$$

dengan $\mathbf{X}_i' = [1, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}]$ dan $\boldsymbol{\beta} = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{pmatrix}$

Selanjutnya adalah meminimumkan fungsi objektif (meminimumkan *residual* ρ) dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^n \rho(e) = \sum_{i=1}^n \rho\left(\frac{\varepsilon_i}{\hat{\sigma}}\right) = \sum_{i=1}^n \rho\left(\frac{y_i - \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta}}{\hat{\sigma}}\right) \quad (2.24)$$

Jika fungsi pada Persamaan (2.24) diturunkan secara parsial terhadap parameter $\boldsymbol{\beta}$ dan menyamakan hasilnya dengan nol menghasilkan sebanyak $(p + 1)$ persamaan berikut:

$$\sum_{i=1}^n x_{ik} \psi\left(\frac{y_i - \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta}}{\hat{\sigma}}\right) = 0, \quad k = 0, 1, 2, \dots, p \quad (2.25)$$

dengan $\psi(e) = \partial \rho / \partial e$, $\psi(e)$ disebut juga fungsi *influence* yang digunakan dalam memperoleh bobot, x_{ik} adalah nilai dari peubah penjelas k - k pada lokasi k - i .

Didefinisikan suatu fungsi bobot yaitu:

$$w_{i\beta} = \frac{\psi(e)}{e} = \frac{\psi((y_i - \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta}) / \hat{\sigma})}{(y_i - \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta}) / \hat{\sigma}}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.26)$$

maka bagian kiri dari persamaan (2.25) dapat ditulis

$$\sum_{i=1}^n x_{ik} \psi\left(\frac{y_i - \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta}}{\hat{\sigma}}\right) = \sum_{i=1}^n x_{ik} \psi\left(\frac{y_i - \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta}}{\hat{\sigma}}\right) \left(\frac{(y_i - \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta}) / \hat{\sigma}}{(y_i - \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta}) / \hat{\sigma}}\right)$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{\hat{\sigma}} \sum_{i=1}^n x_{ik} \frac{\psi(y_i - \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta} / \hat{\sigma})}{y_i - \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta} / \hat{\sigma}} (y_i - \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta}) \\
 &= \frac{1}{\hat{\sigma}} \sum_{i=1}^n x_{ik} w_{i\beta} (y_i - \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta}) \\
 &= \frac{1}{\hat{\sigma}} \sum_{i=1}^n x_{ik} w_{i\beta} y_i - \frac{1}{\hat{\sigma}} \sum_{i=1}^n x_{ik} w_{i\beta} \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta}
 \end{aligned} \tag{2.27}$$

Masukkan persamaan (2.27) ke persamaan (2.25) diperoleh

$$\frac{1}{\hat{\sigma}} \left(\sum_{i=1}^n x_{ik} w_{i\beta} y_i - \sum_{i=1}^n x_{ik} w_{i\beta} \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta} \right) = 0$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ik} w_{i\beta} y_i - \sum_{i=1}^n x_{ik} w_{i\beta} \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta} = 0$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ik} w_{i\beta} \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta} = \sum_{i=1}^n x_{ik} w_{i\beta} y_i, \quad k = 0, 1, 2, \dots, p \tag{2.28}$$

Persamaan (2.28) jika diubah dalam bentuk matriks dapat ditulis sebagai berikut

$$\mathbf{X}' \mathbf{W}_\beta \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} = \mathbf{X}' \mathbf{W}_\beta \mathbf{Y} \tag{2.29}$$

dengan \mathbf{W}_β adalah matriks diagonal $n \times n$ dari bobot, dengan elemen-elemen diagonal $(w_{1\beta}, w_{2\beta}, \dots, w_{n\beta})$. Dalam penelitian ini \mathbf{W}_β menggunakan pembobot kriteria *Ramsay*. Jika invers dari $(\mathbf{X}' \mathbf{W}_\beta \mathbf{X})$ ada, katakanlah $(\mathbf{X}' \mathbf{W}_\beta \mathbf{X})^{-1}$, maka dengan mengalikan di muka kedua sisi dari persamaan (2.29) dengan invers ini didapatkan

$$\begin{aligned}
 (\mathbf{X}' \mathbf{W}_\beta \mathbf{X})^{-1} (\mathbf{X}' \mathbf{W}_\beta \mathbf{X}) \boldsymbol{\beta} &= (\mathbf{X}' \mathbf{W}_\beta \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \mathbf{W}_\beta \mathbf{Y} \\
 \mathbf{I} \boldsymbol{\beta} &= (\mathbf{X}' \mathbf{W}_\beta \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \mathbf{W}_\beta \mathbf{Y} \\
 \boldsymbol{\beta} &= (\mathbf{X}' \mathbf{W}_\beta \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \mathbf{W}_\beta \mathbf{Y}
 \end{aligned} \tag{2.30}$$

Persamaan (2.30) tersebut digunakan untuk menduga parameter *robust* dari model regresi klasik. Sehingga jika ingin diaplikasikan pada model GWR, harus diboboti kembali dengan pembobot Kernel ω_i untuk masing-masing lokasi, sehingga persamaan (2.30) berubah menjadi:

$$\boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) = (\mathbf{X}' \omega_i \mathbf{W}_\beta \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \omega_i \mathbf{W}_\beta \mathbf{Y} \tag{2.31}$$

Kesukaran dalam memecahkan masalah pendugaan $\boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)$ adalah bahwa \mathbf{W}_β tergantung pada $\boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)$ dan $\boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)$ tergantung pada \mathbf{W}_β ,



sehingga untuk mendapatkan nilai $\beta(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)$ digunakan suatu iterasi yang disebut *Iteratively Reweighted Least Squares* (IRLS) (Fox, 2002).

Penduga awal $\hat{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)_0$ dapat diperoleh dari pendugaan parameter model GWR menggunakan WLS, dan untuk mendapatkan pembobot awal \mathbf{W}_0 dapat menggunakan fungsi pembobot *Ramsay* pada persamaan (2.21) dengan $e = \frac{\varepsilon_i}{\hat{\sigma}}$ dan $\varepsilon_i = y_i - \mathbf{X}_i' \hat{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)_0$.

Selanjutnya masukkan pembobot awal \mathbf{W}_0 ke persamaan (2.31) sehingga didapatkan solusi $\hat{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)_1$.

$$\hat{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)_1 = (\mathbf{X}' \omega_i \mathbf{W}_0 \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \omega_i \mathbf{W}_0 \mathbf{Y} \quad (2.32)$$

Kemudian hitung kembali pembobot dari \mathbf{W}_1 dengan menggunakan rumus bobot persamaan (2.19) tetapi nilai ε_i menggunakan $\hat{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)_1$ sebagai pengganti $\hat{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)_0$ yaitu $\varepsilon_i = y_i - \mathbf{X}_i' \hat{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)_1$. Langkah tersebut diulang sampai beberapa iterasi sehingga mencapai konvergen.

Prosedur iterasi untuk mendapatkan penduga parameter yang *robust* yaitu IRLS, tahapannya adalah:

1. Menentukan nilai *residual* ε menggunakan nilai penduga awal $\hat{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)_0$.
2. Menentukan $\hat{\sigma}$ dan fungsi pembobot \mathbf{W} dengan memasukkan nilai ε_i .
3. Mencari penduga pada iterasi ke- q ($q = 1, 2, \dots$) dengan WLS.

$$\hat{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)_q = (\mathbf{X}' \omega_i \mathbf{W}_{q-1} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \omega_i \mathbf{W}_{q-1} \mathbf{Y} \quad (2.33)$$

dengan \mathbf{W}_{q-1} merupakan matriks diagonal dengan elemen diagonalnya adalah $w_{i(q-1)}$ dan ω_i adalah pembobot *Gauss Kernel* untuk lokasi ke- i .

4. Menentukan kembali nilai *residual* ε menggunakan nilai penduga $\hat{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)_q$.
5. Mengulang tahap 2 sampai 4 hingga didapatkan penduga parameter yang konvergen, yaitu selisih nilai $\hat{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)_q$ dan $\hat{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)_{q-1}$ mendekati nol.

(Susilawati, 2010)

2.13. Pengujian Penduga Parameter

2.13.1. Pengujian Penduga Parameter secara Simultan

Pengujian penduga parameter secara simultan dilakukan untuk mengetahui apakah model RGWR yang kita dapatkan lebih sesuai dari model regresi linier klasik. Hipotesis yang melandasi pengujian ini adalah:

$$H_0 : \beta_k = \beta_k(u_i, v_i) \text{ (Parameter regresi sama di setiap lokasi)}$$

melawan

$H_1 : \beta_k \neq \beta_k(u_i, v_i)$ (Parameter regresi tidak sama di setiap lokasi)

Statistik uji:

$$F_{hit} = \frac{(RSS_{OLR} - RSS_{RGWR})/d_1}{RSS_{OLR}/(n-p-1)} \sim F \left(\frac{d_1^2}{d_2}, n-p-1 \right) \quad (2.34)$$

di mana:

- $RSS_{RGWR} : Y'(I - S)'(I - S)Y$
 $RSS_{OLR} : Y'(I - H)Y$
 $H : X(X'X)^{-1}X'$
 $d_1 : n - p - 1 - \delta_1$
 $d_2 : n - p - 1 - 2\delta_1 + \delta_2$
 $\delta_i : tr[(I - S)'(I - S)]^i$
 $n : \text{banyaknya pengamatan.}$
 $p : \text{banyaknya peubah penjelas.}$

(Leung et al., 2000)

dengan

$$S = \begin{bmatrix} X_1'(X_1'\omega_1 W_{q-1} X_1)^{-1} X_1'\omega_1 W_{q-1} \\ X_2'(X_2'\omega_2 W_{q-1} X_2)^{-1} X_2'\omega_2 W_{q-1} \\ \vdots \\ X_n'(X_n'\omega_n W_{q-1} X_n)^{-1} X_n'\omega_n W_{q-1} \end{bmatrix} \quad (2.35)$$

Tolak H_0 jika statistik uji $> F_{\alpha} \left(\frac{d_1^2}{d_2}, n-p-1 \right)$ maka parameter regresi tidak sama di setiap lokasi sehingga model RGWR telah sesuai.

2.13.2. Pengujian Penduga Parameter secara Parsial

Pengujian penduga parameter secara parsial dilakukan untuk mengetahui peubah-peubah penjelas mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap tingkat kemiskinan di setiap lokasi pengamatan. Hipotesis yang melandasi pengujian ini adalah

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

melawan

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

Penduga $\beta_k(u_i, v_i)$ mengikuti distribusi normal dengan rata-rata $\beta_k(u_i, v_i)$ dan matriks ragam peragam $C_i C_i'$, di mana

$$C_i = (X'\omega_i W_{q-1} X)^{-1} X'\omega_i W_{q-1} \quad (2.36)$$

Statistik uji:

$$t_{hit}(u_i, v_i) = \frac{\widehat{\beta}_k(u_i, v_i)}{\sqrt{\frac{(RSS_{RGWR})}{\delta_1}(c_{kk})}} \sim t_{n-p-1} \quad (2.37)$$

di mana c_{kk} merupakan elemen diagonal matriks $\mathbf{C}_i \mathbf{C}_i'$. Tolak H_0 jika nilai absolut dari statistik uji $> t_{(\frac{\alpha}{2}, n-p-1)}$, maka parameter $\beta_k(u_i, v_i)$ berpengaruh terhadap peubah respon.

(Febawanti, 2017)

2.14. Koefisien Determinasi Lokal

Menurut Fotheringham et al. (2002) koefisien determinasi lokal merupakan suatu ukuran kebaikan model yang menjelaskan besarnya keragaman peubah respon yang dapat dijelaskan oleh peubah penjelas pada setiap lokasi. Perhitungan determinasi model GWR juga berlaku pada RGWR yang dirumuskan sebagai berikut:

$$R^2(u_i, v_i) = \frac{(TSS^w - RSS^w)}{TSS^w} \quad (2.38)$$

dengan

$$TSS^w = \sum_{j=1}^n \omega_{ij} (y_j - \bar{y})^2 \quad (2.39)$$

$$RSS^w = \sum_{j=1}^n \omega_{ij} (y_j - \hat{y}_j)^2 \quad (2.40)$$

di mana:

TSS^w : jumlah kuadrat total terboboti geografis.

RSS^w : jumlah kuadrat *residual* terboboti geografis.

ω_{ij} : bobot lokasi ke- j dengan lokasi ke- i

2.15. Kemiskinan

Kemiskinan adalah ketidakmampuan dalam memenuhi standar minimum kebutuhan dasar yang meliputi kebutuhan makan maupun non makan. Dengan cara membandingkan tingkat konsumsi penduduk dengan garis kemiskinan atau jumlah rupiah untuk konsumsi orang per bulan akan dapat dibedakan apakah seseorang miskin atau tidak miskin. Definisi tentang kemiskinan telah mengalami perluasan, seiring dengan semakin kompleksnya faktor penyebab, indikator maupun permasalahan lain yang melingkupinya.

Pada dasarnya definisi kemiskinan dapat dilihat dari dua sisi, yaitu:

1. Kemiskinan absolut

Kemiskinan yang dikaitkan dengan perkiraan tingkat pendapatan dan kebutuhan yang hanya dibatasi pada kebutuhan pokok atau kebutuhan dasar

minimum yang memungkinkan seseorang untuk hidup secara layak. Sehingga kemiskinan diukur dengan membandingkan tingkat pendapatan orang dengan tingkat pendapatan yang dibutuhkan untuk memperoleh kebutuhan dasarnya yakni makanan, pakaian dan perumahan agar dapat menjamin kelangsungan hidupnya.

2. Kemiskinan relatif

Kemiskinan dilihat dari aspek ketimpangan sosial, karena ada orang yang sudah dapat memenuhi kebutuhan dasar minimumnya tetapi masih jauh lebih rendah dibanding masyarakat sekitarnya (lingkungannya). Semakin besar ketimpangan antara tingkat penghidupan golongan atas dan bawah, maka akan semakin besar pula jumlah penduduk yang dapat dikategorikan miskin, sehingga kemiskinan relatif erat hubungannya dengan masalah distribusi pendapatan.

(Badan Pusat Statistik Provinsi DIY, 2017)

Menurut Budiantoro *et al.* (2015) terdapat beberapa pendekatan dalam perhitungan kemiskinan, salah satunya adalah pendekatan kapabilitas yang dikembangkan oleh Amartya Sen. Pendekatan kapabilitas menekankan kondisi kesejahteraan seseorang, daripada melihat hasil akhir orang tersebut yang direpresentasikan dengan jumlah pendapatan. Pendekatan kapabilitas yang digagas Sen telah dikembangkan dan dipakai dalam *Human Development Index* (HDI) dengan tiga dimensi mendasar yaitu:

1. Dimensi hidup panjang dan sehat dengan indikator angka harapan hidup (AHH).
2. Dimensi pengetahuan dengan indikator angka harapan sekolah (AHS) dan rata-rata lama sekolah (RLS).
3. Dimensi standar hidup layak dengan indikator pengeluaran riil per kapita.

Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan unsur-unsur kemiskinan yang mewakili ketiga dimensi tersebut sebagai peubah penjelas, yaitu angka harapan hidup, angka harapan sekolah serta pengeluaran perkapita untuk makanan.

BAB III METODE PENELITIAN

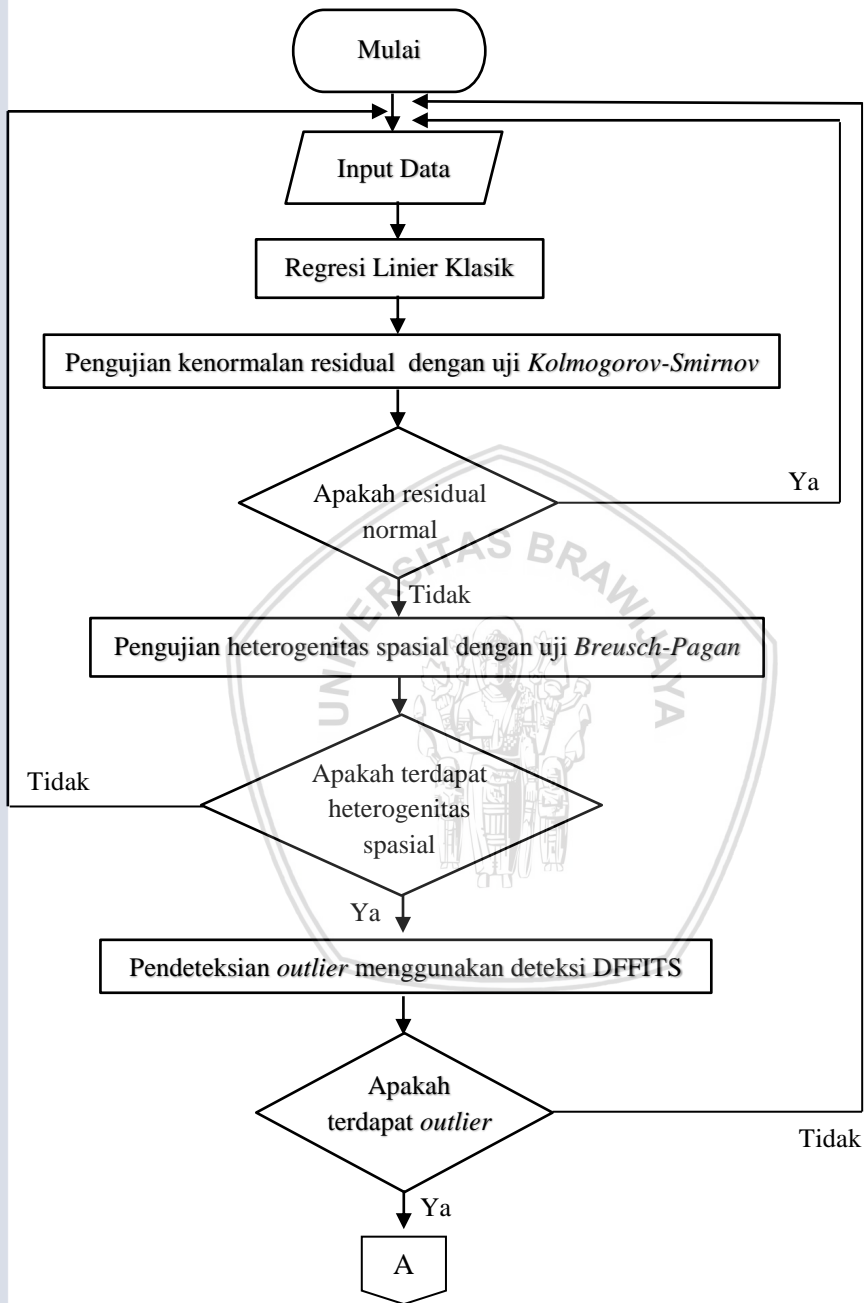
3.1. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistika (BPS) Jawa Timur meliputi data persentase penduduk miskin (%), angka harapan hidup (tahun), angka harapan sekolah (tahun) serta pengeluaran perkapita untuk makanan (persen) di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur tahun 2016 yang disajikan di Lampiran 1. Berkaitan dengan pendekatan kapabilitas dalam mengukur kemiskinan, angka harapan hidup mewakili dimensi hidup panjang dan sehat, angka harapan sekolah mewakili dimensi pengetahuan, dan pengeluaran perkapita untuk makanan mewakili dimensi standar hidup layak.

3.2. Metode Analisis

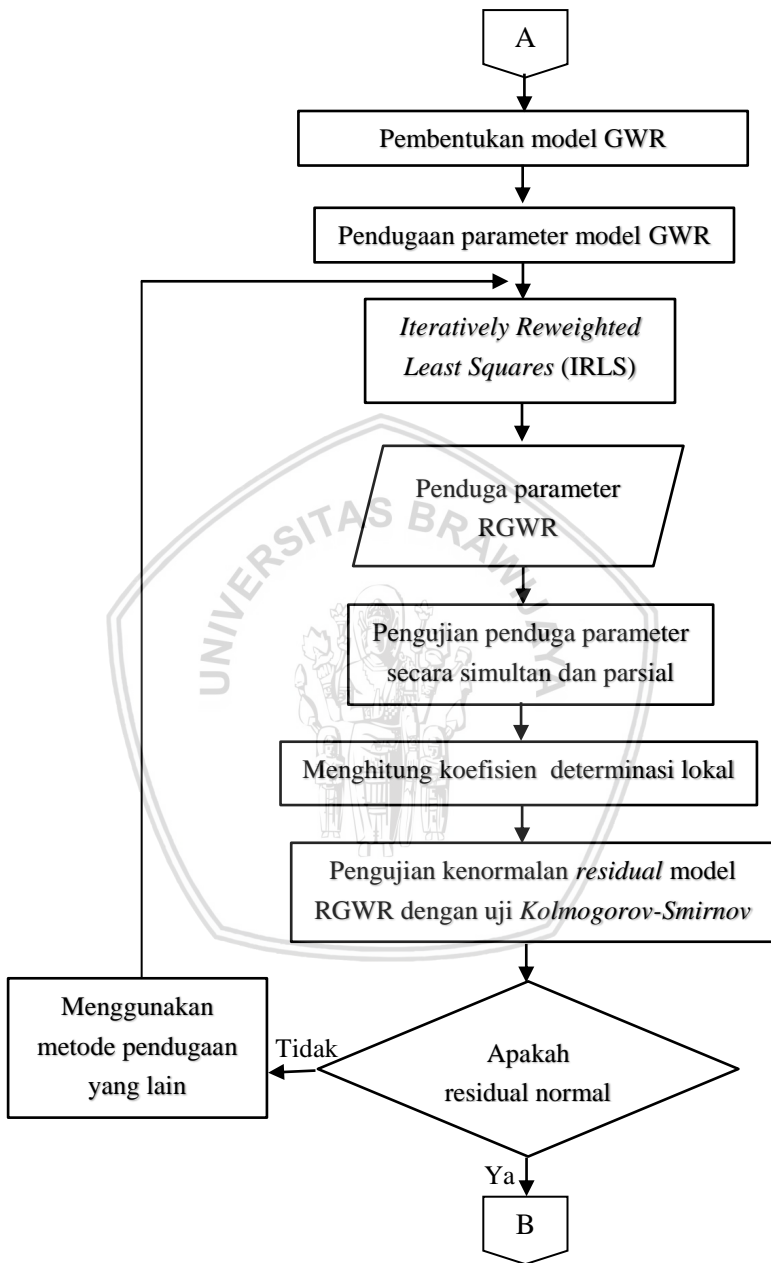
Langkah-langkah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pendugaan parameter model regresi linier klasik menggunakan metode OLS dengan persamaan (2.2)
 2. Pengujian kenormalan *residual* model regresi linier klasik menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan statistik uji pada persamaan (2.11).
 3. Pengujian heterogenitas spasial menggunakan uji *Breusch-Pagan* dengan statistik uji pada persamaan (2.12).
 4. Pendeteksian *outlier* menggunakan deteksi DFFITS dengan persamaan (2.18). Apabila terdapat *outlier* maka lanjut ke langkah selanjutnya.
 5. Pembentukan model GWR jika terdapat heterogenitas spasial.
 6. Pendugaan parameter model GWR menggunakan metode WLS dengan persamaan (2.10).
 7. Proses iterasi yang disebut *Iteratively Reweighted Least Squares* (IRLS) dengan pembobot *Ramsay* dan menggunakan hasil dugaan parameter model GWR sebagai penduga awal.
 8. Pengujian parameter secara simultan maupun parsial dengan statistik uji pada persamaan (2.34) dan (2.37).
 9. Menghitung koefisien determinasi lokal dengan persamaan (2.38).
 10. Pengujian kenormalan *residual* model RGWR menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan statistik uji pada persamaan (2.11).
 11. Pembuatan peta dugaan tingkat kemiskinan Jawa Timur tahun 2016.
- Kemudian disusun diagram alir penelitian seperti pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1. Diagram Alir Pendugaan Parameter RGWR







BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Regresi Linier Klasik

Model regresi linier klasik yang didapatkan berdasarkan *output software* R pada Lampiran 2 adalah sebagai berikut:

$$y_i = 6,7121 - 0,3594x_{i1} - 0,4295x_{i2} + 0,6489x_{i3} + \varepsilon_i \quad (4.1)$$

Persamaan (4.1) adalah model regresi linier klasik, di mana koefisien regresi yang sama digunakan di setiap lokasi. Berdasarkan persamaan (4.1) kemudian dihitung nilai *residual* setiap lokasi dan dilakukan pengujian kenormalan *residual*. Pengujian kenormalan *residual* dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov* dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0: F(x) = F_0(x)$ (*residual* berdistribusi normal)

melawan

$H_1: F(x) \neq F_0(x)$ (*residual* tidak berdistribusi normal)

Hasil pengujian kenormalan *residual* seperti pada Lampiran 2 disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Uji Kenormalan *Residual* Model Regresi Linier Klasik

Statistik uji (D_n)	<i>P-value</i>
0,26513	0,007571

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui nilai *p-value* lebih kecil dari taraf nyata ($\alpha = 0.05$), oleh karena itu H_0 ditolak sehingga *residual* model regresi linier klasik tidak berdistribusi normal. *Residual* yang tidak berdistribusi normal dapat disebabkan oleh adanya *outlier* pada data.

4.2. Uji Heterogenitas Spasial

Pengujian heterogenitas spasial pada data tingkat kemiskinan Jawa Timur tahun 2016 dilakukan menggunakan uji *Breusch-Pagan* dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0: \sigma_i^2 = \sigma^2$ (tidak terdapat heterogenitas spasial)

melawan

$H_1: \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2$ (terdapat heterogenitas spasial) dengan $i = 1, 2, \dots, n$.

Hasil pengujian heterogenitas spasial seperti pada Lampiran 2 disajikan pada Tabel 4.2.

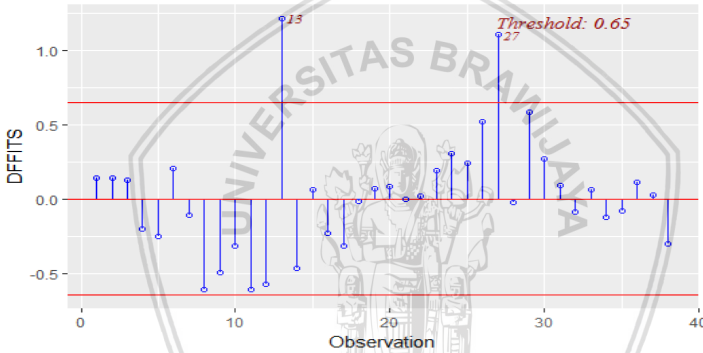
Tabel 4.2. Hasil Uji Heterogenitas Spasial

Statistik uji BP	<i>P-value</i>
12,701	0,005331

Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui nilai *p-value* lebih kecil dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$), oleh karena itu H_0 ditolak sehingga ragam tidak homogen pada setiap lokasi pengamatan atau terdapat heterogenitas spasial.

4.3. Pendeteksian *Outlier*

Pendeteksian *outlier* dilakukan menggunakan deteksi DFFITS. *Outlier* merupakan data pada lokasi dengan nilai $|DFFITS|$ lebih besar dari $2\sqrt{\frac{p+1}{n}} = 2\sqrt{\frac{4}{38}} = 0,65$. Plot nilai DFFITS setiap lokasi disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Plot Nilai DFFITS

Berdasarkan Gambar 4.1 diketahui bahwa data ke-13 (Kabupaten Probolinggo) dan data ke-27 (Kabupaten Sampang) diidentifikasi sebagai *outlier* karena nilai DFFITS dari dua Kabupaten tersebut lebih besar dari 0,65. Karena terdapat *outlier* dan heterogenitas spasial sehingga RGWR akan tepat digunakan pada langkah selanjutnya. Langkah awal dalam RGWR adalah pembentukan model GWR.

4.4. Model GWR

4.4.1. Jarak *Euclidean*

Langkah awal dalam pembentukan model GWR adalah dengan menentukan letak geografis setiap titik pusat atau *centroid* dari masing-masing wilayah administrasi Kabupaten/Kota di Jawa Timur. Kemudian harus dihitung terlebih dahulu jarak *euclidean* antar titik pusat tersebut dan

menghitung *bandwith optimummya*. Salah satu hasil perhitungan jarak *euclidean* di Lampiran 3 yaitu untuk Kabupaten Pacitan disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Jarak *Euclidean* Kabupaten Pacitan dengan Lokasi Lain

No	Kab/Kota	Jarak (m)
1	Pacitan	0
2	Ponorogo	41352,1
3	Trenggalek	49423,15
4	Tulungagung	78027,51
5	Blitar	116536,7
6	Kediri	105262,9
7	Malang	161045,8
8	Lumajang	215815,8
9	Jember	274009,9
10	Banyuwangi	334527,8
11	Bondowoso	305864,9
12	Situbondo	318864,7
13	Probolinggo	237851,2
14	Pasuruan	187022,8
15	Sidoarjo	183581,3
16	Mojokerto	157453,7
17	Jombang	135886,3
18	Nganjuk	102108,8
19	Madiun	75667,41
20	Magetan	54883,63
21	Ngawi	78067,34
22	Bojonegoro	118770,9
23	Tuban	151641,3
24	Lamongan	165562
25	Gresik	185013,8
26	Bangkalan	227264,1
27	Sampang	258132,9
28	Pamekasan	282094,5

29	Sumenep	317427,6
30	Kota Kediri	97792,71
31	Kota Blitar	108901,5
32	Kota Malang	161419,7
33	Kota Probolinggo	226725,6
34	Kota Pasuruan	197934,9
35	Kota Mojokerto	156509,1
36	Kota Madiun	67248,08
37	Kota Surabaya	194513
38	Kota Batu	152504

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui jarak *euclidean* dari titik pusat wilayah Kabupaten Pacitan dengan titik pusat wilayah Kabupaten/Kota lain di Jawa Timur.

4.4.2. Bandwidth

Setelah menghitung jarak *euclidean* dari setiap titik pusat lokasi pengamatan kemudian dicari *bandwidth optimum* berdasarkan koordinat titik pusat tersebut dengan prosedur *cross validation* (CV). Dari hasil analisis di Lampiran 2 diperoleh *bandwith optimum* sebesar 45817,88 meter dengan nilai CV sebesar 239,5782. Kemudian nilai *bandwith* tersebut digunakan untuk membentuk matriks pembobot *Gauss Kernel* untuk masing-masing lokasi.

4.4.3. Pembobot Gauss Kernel

Pembobot *Gauss Kernel* digunakan untuk mengukur hubungan antar lokasi pengamatan yang ada di Provinsi Jawa Timur dan masih memberikan pengaruh terhadap model yang terbentuk. Pembobot yang digunakan dalam penelitian ini adalah pembobot *Gauss Kernel*. Masing-masing lokasi pengamatan memiliki pembobot yang berbeda-beda, tergantung jarak *euclidean* lokasi tersebut dengan lokasi yang lain. Salah satu pembobot *Gauss Kernel* yang terbentuk di Lampiran 4 yaitu untuk Kabupaten Pacitan disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Pembobot *Gauss Kernel* untuk Kabupaten Pacitan

No	Kab/Kota	ω_{1j}
1	Pacitan	1
2	Ponorogo	0,665457

3	Trenggalek	0,558901
4	Tulungagung	0,234549
5	Blitar	0,039374
6	Kediri	0,071428
7	Malang	0,002076
8	Lumajang	0,000015
9	Jember	0,000000
10	Banyuwangi	0,000000
11	Bondowoso	0,000000
12	Situbondo	0,000000
13	Probolinggo	0,000001
14	Pasuruan	0,000241
15	Sidoarjo	0,000327
16	Mojokerto	0,002726
17	Jombang	0,012302
18	Nganjuk	0,083469
19	Madiun	0,255714
20	Magetan	0,488000
21	Ngawi	0,234202
22	Bojonegoro	0,034740
23	Tuban	0,004182
24	Lamongan	0,001461
25	Gresik	0,000288
26	Bangkalan	0,000005
27	Sampang	0,000000
28	Pamekasan	0,000000
29	Sumenep	0,000000
30	Kota Kediri	0,102511
31	Kota Blitar	0,059328
32	Kota Malang	0,002017
33	Kota Probolinggo	0,000005
34	Kota Pasuruan	0,000089

35	Kota Mojokerto	0,002926
36	Kota Madiun	0,340579
37	Kota Surabaya	0,000122
38	Kota Batu	0,003929

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa semakin dekat suatu lokasi pengamatan dengan Kabupaten Pacitan maka semakin besar pula bobot yang diberikan terhadap lokasi tersebut. Bobot setiap lokasi dengan Kabupaten Pacitan pada Tabel 4.4 adalah elemen-elemen diagonal utama dari matriks ω_1 yang nantinya akan digunakan untuk menduga parameter model GWR di Kabupaten Pacitan.

4.4.4. Pendugaan Parameter Model GWR

Pendugaan parameter GWR dapat dilakukan menggunakan metode *Weighted Least Square* (WLS) dengan cara memberikan bobot yang berbeda pada setiap lokasi kemudian meminimumkan jumlah kuadrat *residual*. Ringkasan hasil pendugaan parameter model GWR berdasarkan *output software R* pada Lampiran 5 disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Ringkasan Penduga Parameter Model GWR

Peubah	Minimum	Q1	Median	Q3	Maksimum
Intersep	0,364849	14,92767	25,91632	43,00168	176,1194
X1	-1,93849	-0,97014	-0,74036	-0,58818	0,064612
X2	-3,35452	-0,57732	-0,05528	0,575151	1,812656
X3	-0,13542	0,55293	0,62889	0,698035	0,893599

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa untuk setiap peubah penjelas memiliki pengaruh yang berbeda-beda di setiap lokasi sehingga didapatkan 38 model awal yang kemudian memasuki proses IRLS.

4.5. Pembobot Ramsay

Sebelum memasuki IRLS maka harus dibentuk terlebih dahulu matriks pembobot *Ramsay* yang menjadi bobot awal dalam proses iterasi. Pembobot *Ramsay* mempunyai nilai tuning konstan c sebesar 0,3 yang menentukan efisiensi dari teknik *robust* yang digunakan. Pembobot *Ramsay* yang terbentuk untuk setiap lokasi pengamatan disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Pembobot *Ramsay* untuk setiap Lokasi Pengamatan

No	Kab/Kota	W_{ii}
1	Pacitan	0,929256
2	Ponorogo	0,850526
3	Trenggalek	0,791201
4	Tulungagung	0,726141
5	Blitar	0,800469
6	Kediri	0,596391
7	Malang	0,845165
8	Lumajang	0,655682
9	Jember	0,694123
10	Banyuwangi	0,992162
11	Bondowoso	0,81119
12	Situbondo	0,950013
13	Probolinggo	0,519488
14	Pasuruan	0,633542
15	Sidoarjo	0,778307
16	Mojokerto	0,729225
17	Jombang	0,567163
18	Nganjuk	0,906005
19	Madiun	0,972973
20	Magetan	0,975449
21	Ngawi	0,921977
22	Bojonegoro	0,972171
23	Tuban	0,783026
24	Lamongan	0,612223
25	Gresik	0,905426
26	Bangkalan	0,851237
27	Sampang	0,726449
28	Pamekasan	0,980943
29	Sumenep	0,924376
30	Kota Kediri	0,790022
31	Kota Blitar	0,890304

32	Kota Malang	0,850953
33	Kota Probolinggo	0,796795
34	Kota Pasuruan	0,76802
35	Kota Mojokerto	0,961797
36	Kota Madiun	0,92267
37	Kota Surabaya	0,786312
38	Kota Batu	0,617856

Pembobot *Ramsay* pada Tabel 4.6 akan terus dihitung kembali pada setiap iterasi dalam proses IRLS hingga didapatkan penduga parameter yang konvergen.

4.6. Pendugaan Parameter *Robust* dengan *M-Estimation*

IRLS merupakan prosedur di dalam metode *M-Estimation* untuk menduga parameter yang *robust*. IRLS menggunakan penduga parameter model GWR di setiap lokasi sebagai penduga awal. Sehingga setelah proses iterasi selesai akan didapatkan 38 penduga parameter di setiap lokasi yang *robust* terhadap *outlier*. Pembobot yang digunakan dalam proses IRLS adalah matriks pembobot *Ramsay*. Proses IRLS dilakukan menggunakan bantuan *software R*, sehingga didapatkan penduga parameter *robust* yang tersaji pada Lampiran 6. Ringkasan hasil pendugaan parameter disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Ringkasan Penduga Parameter dengan metode *M-Estimation*

Peubah	Minimum	Q1	Median	Q3	Maksimum
Intersep	-5,704	10,181	21,89	36,836	140,852
X1	-1,6565	-0,84553	-0,67246	-0,56814	0,08503
X2	-3,2888	-0,57595	0,06876	0,44662	1,64251
X3	0,00332	0,5787	0,65479	0,7197	0,90292

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa penduga parameter di setiap lokasi telah melalui proses IRLS dan di dapatkan 38 model baru untuk menjelaskan tingkat kemiskinan di Jawa Timur.

4.7. Pengujian Penduga Parameter RGWR

Pengujian penduga parameter dilakukan secara simultan maupun parsial, Pengujian penduga parameter secara simultan dilakukan untuk



mengetahui apakah model RGWR yang didapatkan lebih sesuai dari model regresi linier klasik dengan hipotesis:

$$H_0 : \beta_k = \beta_k(u_i, v_i) \text{ (Parameter regresi sama di setiap lokasi)}$$

melawan

$$H_1 : \beta_k \neq \beta_k(u_i, v_i) \text{ (Parameter regresi tidak sama di setiap lokasi)}$$

Hasil pengujian secara simultan sebagaimana pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Hasil Pengujian Penduga Parameter Secara Simultan

F_{hit}	$F_{0,05(21,34)}$	$P\text{-value}$
2,337176	1,870181	0,03732111

Berdasarkan Tabel 4.8 diketahui bahwa nilai F_{hit} lebih besar daripada $F_{0,05(21,34)}$, oleh karena itu H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa parameter regresi tidak sama di setiap lokasi sehingga model RGWR telah sesuai digunakan dan efektif dalam menggambarkan hubungan antara peubah penjelas dan peubah respon daripada model regresi linier klasik.

Kemudian dilanjutkan pengujian secara parsial yang bertujuan untuk mengetahui peubah-peubah penjelas mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap tingkat kemiskinan di setiap lokasi pengamatan. Hasil pengujian penduga parameter secara parsial dapat dilihat pada Lampiran 7. Penduga parameter yang dinyatakan signifikan adalah penduga dengan nilai $|t_{hit}| > t_{(0,025,34)}$. Di mana nilai $t_{(0,025,34)} = 2,032245$.

4.8. Koefisien Determinasi Lokal

Nilai koefisien determinasi lokal dapat digunakan untuk memprediksi seberapa besar kontribusi pengaruh peubah penjelas terhadap peubah respon di setiap lokasi. Nilai koefisien determinasi masing-masing lokasi pengamatan dapat dilihat pada Lampiran 8. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa semua nilai koefisien determinasi untuk setiap lokasi pengamatan memiliki nilai lebih dari 75% sehingga dapat dikatakan bahwa model di setiap lokasi memiliki kemampuan lebih besar dari 75% dalam menjelaskan peubah respon.

4.9. Uji Kenormalan *Residual* Model RGWR

Pengujian kenormalan *residual* model RGWR dilakukan dengan uji *Kolmogorov Smirnov*. Hasil uji *Kolmogorov Smirnov* untuk model RGWR dapat dilihat pada Tabel 4.9 yang secara detail disajikan pada Lampiran 2.

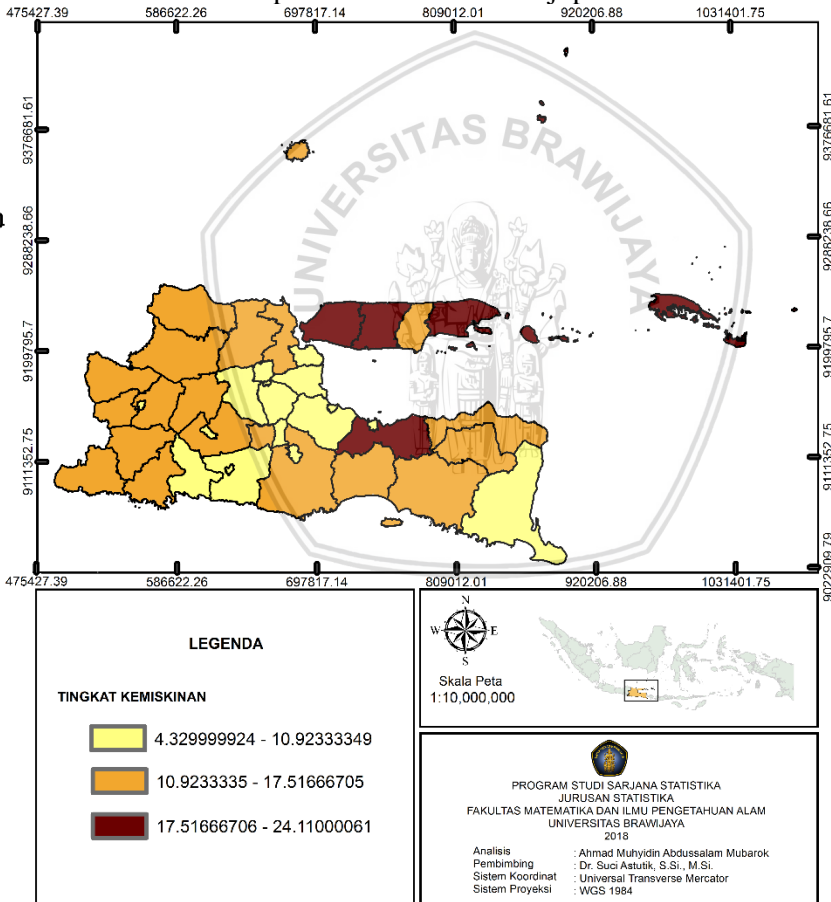
Tabel 4.9. Hasil Uji Kenormalan *Residual* Model RGWR

Statistik uji (D_n)	P -value
0,13406	0,4622

Berdasarkan Tabel 4.9 diketahui nilai p -value lebih besar dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$), oleh karena itu H_0 diterima sehingga *residual* model RGWR telah berdistribusi normal atau dengan kata lain asumsi kenormalan *residual* telah terpenuhi.

4.10. Peta Dugaan Tingkat Kemiskinan Jawa Timur

Pemetaan awal dilakukan pada data asli tingkat kemiskinan Jawa Timur tahun 2016. Hasil pemetaan tersebut tersaji pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Peta Tingkat Kemiskinan Jawa Timur Tahun 2016

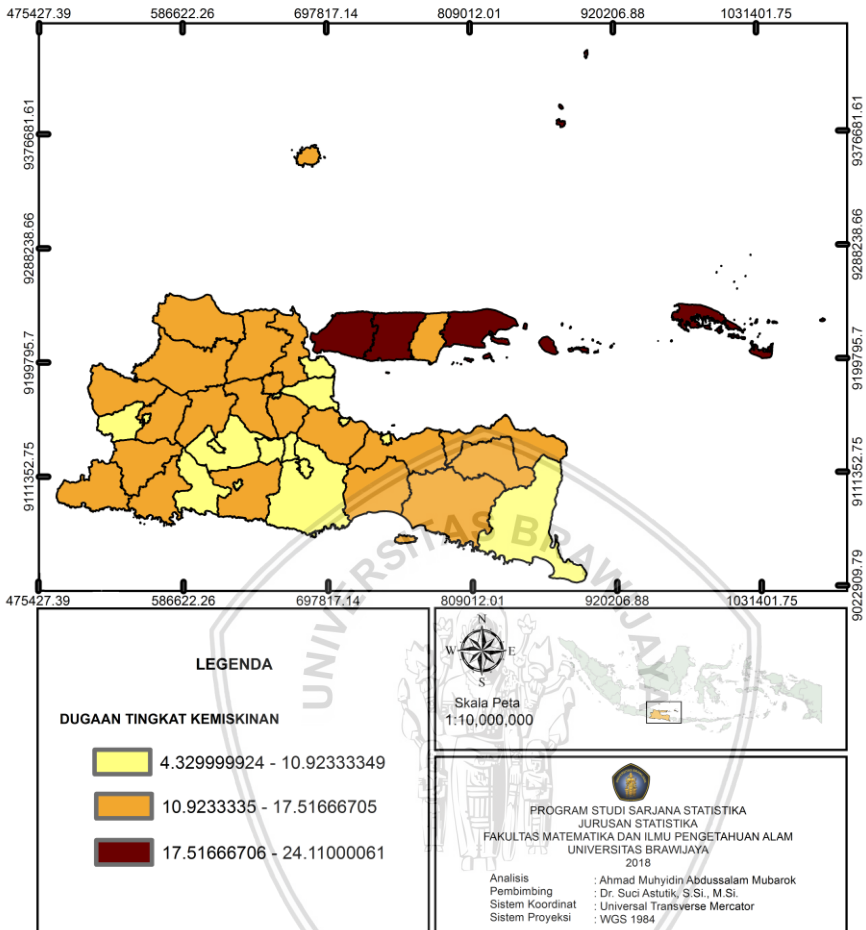
Peta tematik mengelompokkan Kabupaten/Kota di Jawa Timur menjadi tiga kelompok berdasarkan tingkat kemiskinannya yaitu tingkat kemiskinan kisaran 4,33-10,92%, 10,921-17,52% dan 17,521-24,11%.

Berdasarkan Gambar 4.2 diketahui terdapat 16 Kabupaten/Kota yang masuk kelompok kisaran pertama, 18 Kabupaten yang masuk kelompok kisaran kedua dan 4 Kabupaten yang masuk kelompok kisaran ketiga. Daftar Kabupaten/Kota yang termasuk kelompok-kelompok tersebut secara rinci tersaji pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Hasil Pemetaan Tingkat Kemiskinan

Kelompok Kisaran 4,33-10,92%	Kelompok Kisaran 10,921-17,52%	Kelompok Kisaran 17,521-24,11%
Kota Surabaya	Kabupaten Malang	Kabupaten Probolinggo
Kota Malang	Kabupaten Magetan	Kabupaten Sumenep
Kabupaten Sidoarjo	Kabupaten Ponorogo	Kabupaten Bangkalan
Kota Madiun	Kabupaten Trenggalek	Kabupaten Sampang
Kota Mojokerto	Kabupaten Lamongan	
Kota Blitar	Kabupaten Madiun	
Kota Batu	Kabupaten Jember	
Kota Kediri	Kabupaten Gresik	
Kota Probolinggo	Kabupaten Nganjuk	
Kabupaten Banyuwangi	Kabupaten Lumajang	
Kota Pasuruan	Kabupaten Situbondo	
Kabupaten Tulungagung	Kabupaten Bojonegoro	
Kabupaten Blitar	Kabupaten Pacitan	
Kabupaten Pasuruan	Kabupaten Ngawi	
Kabupaten Mojokerto	Kabupaten Bondowoso	
Kabupaten Jombang	Kabupaten Tuban	
	Kabupaten Kediri	
	Kabupaten Pamekasan	

Kemudian pemetaan dilakukan pada nilai dugaan tingkat kemiskinan setelah didapatkan model dengan metode RGWR.. Hasil pemetaan tersebut tersaji pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Peta Dugaan Tingkat Kemiskinan Jawa Timur Tahun 2016

Berdasarkan Gambar 4.3 diketahui terdapat 15 Kabupaten/Kota yang masuk kelompok kisaran pertama, 20 Kabupaten yang masuk kelompok kisaran kedua dan 3 Kabupaten yang masuk kelompok kisaran ketiga. Daftar Kabupaten/Kota yang termasuk kelompok-kelompok tersebut secara rinci tersaji pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11. Hasil Pemetaan Dugaan Tingkat Kemiskinan

Kelompok Kisaran 4,33-10,92%	Kelompok Kisaran 10,921-17,52%	Kelompok Kisaran 17,521-24,11%
Kota Surabaya	Kabupaten Ponorogo	Kabupaten Sumenep
Kota Malang	Kabupaten Blitar	Kabupaten Bangkalan
Kabupaten Sidoarjo	Kabupaten Trenggalek	Kabupaten Sampang
Kota Madiun	Kabupaten Lamongan	
Kota Mojokerto	Kabupaten Mojokerto	
Kota Blitar	Kabupaten Madiun	
Kota Batu	Kabupaten Jember	
Kota Kediri	Kabupaten Gresik	
Kota Probolinggo	Kabupaten Nganjuk	
Kabupaten Banyuwangi	Kabupaten Pasuruan	
Kota Pasuruan	Kabupaten Lumajang	
Kabupaten Tulungagung	Kabupaten Jombang	
Kabupaten Kediri	Kabupaten Situbondo	
Kabupaten Malang	Kabupaten Bojonegoro	
Kabupaten Magetan	Kabupaten Pacitan	
	Kabupaten Ngawi	
	Kabupaten Bondowoso	
	Kabupaten Tuban	
	Kabupaten Probolinggo	
	Kabupaten Pamekasan	

Berdasarkan Tabel 4.10 dan Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa terdapat beberapa Kabupaten/Kota yang memiliki hasil berbeda sebelum dan sesudah dilakukan pemodelan dengan RGWR seperti Kabupaten Probolinggo pada pemetaan data asli tergolong Kabupaten yang memiliki kisaran tingkat kemiskinan tertinggi, setelah dilakukan pemodelan memiliki kisaran tingkat kemiskinan sedang. Selebihnya untuk Kabupaten/Kota lain yang mengalami perubahan sebelum dan sesudah pemodelan RGWR dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan 4.11



BAB V PENUTUP

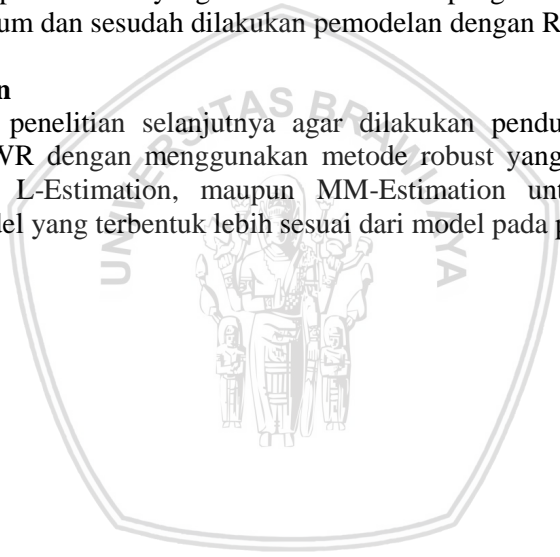
5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa:

1. Model dengan penduga parameter yang didapatkan dari metode *M-Estimation* telah sesuai digunakan dan efektif dalam menduga tingkat kemiskinan di Provinsi Jawa Timur. Hal tersebut didukung dengan nilai koefisien determinasi yang tinggi yaitu lebih dari 75% di setiap lokasi pengamatan.
2. Berdasarkan peta dugaan dan peta tingkat kemiskinan Jawa Timur tahun 2016, dapat diketahui bahwa terdapat beberapa Kabupaten/Kota yang memiliki hasil pengelompokan berbeda sebelum dan sesudah dilakukan pemodelan dengan RGWR

5.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya agar dilakukan pendugaan parameter model RGWR dengan menggunakan metode robust yang lain seperti *R-Estimation*, *L-Estimation*, maupun *MM-Estimation* untuk mengetahui apakah model yang terbentuk lebih sesuai dari model pada penelitian ini.





DAFTAR PUSTAKA

- Anselin L. 1988. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht(NL): Kluwer Academic.
- Badan Pusat Statistik Provinsi DIY. 2017. *Laporan Akhir Analisis Kriteria dan Indikator Kemiskinan Multidimensi untuk Diagnostik Kemajuan Daerah di Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta.
- Budiantoro, S., Martha, L.F. dan Sagala M. 2015. *Perhitungan Indeks Kemiskinan Multidimensi Indonesia 2012-2014*. Prakarsa
- Chen, C. 2002. *Robust Regression and Outlier Detection with the RobustREG Procedure*. SUGI 27. Cary : SAS Institute.
- Cohen, J. 2003. *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis For The Behavioral Sciencs Third Edition*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate.
- Cressie, N.A.C. 1991. *Statistics for Spatial Data*. New York: John Wiley & Sons.
- Daniel, W.W. 1995. *Statistik Nonparametrik Terapan*. Jakarta: Gramedia.
- Draper, N dan Smith, H. 1998. *Analisis Regresi Terapan, Terjemahan Edisi Kedua*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Febawanti. 2017. *Pemodelan Robust Geographically Weighted Regression pada Data yang Mengandung Pencilan (Studi Kasus Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Timur Tahun 2015)*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Fotheringham, A.S., Brundson, C., dan Charlton, M. 2002. *Geographically Weighted Regression: the analysis of spatially varying relationships*. Chichester England: John Wiley & Sons.
- Fox, J. 2002. *Robust Regression*. New York.
- Gujarati, N.D. 2003. *Basic Econometrics*. New York: The McGraw-Hill.
- Huber, P. J. 1981. *Robust Statistics*. New York: John Wiley & Sons.

- Leung, Y., Mei, C.L., Zhang, W.X. 2000. *Statistical Tests for Spatial Nonstationary Based on the Geographically Weighted Regression Model*. Environment and Planning A . Vol.32, pages 9-32.
- Maulani, A. 2013. *Aplikasi Model Geographically Weighted Regression (GWR) untuk Menentukan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kasus Gizi Buruk Anak Balita di Jawa Barat*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Prahasta, E. 2009. *Sistem Informasi Geografis: Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika)*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Prasetya, H.W. 2016. *Perbandingan Pembobot Huber, Pembobot Hampel dan Pembobot Ramsay dalam Regresi Robust-M pada Persentase Tingkat Kemiskinan Jawa Timur 2013*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Rousseeuw, P.J dan Annick M.L. 1987. *Robust Regression and Outlier Detection*. New York: John Wiley & Sons.
- Saefuddin, A., Setiabudi, N.A., Fitrianto, A. 2011. *On Comparison Between Logistic Regression and Geographically Weighted Logistic Regression: with Application to Indonesian Poverty Data*. European Journal of Scientific Research. Vol.57, No.2: 275-285.
- Sari, M. 2014. *Estimasi Parameter Model Robust Geographically Weighted Regrssion dengan Metode Robust M*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Sembiring. 1995. *Analisis Regresi*. Bandung : ITB.
- Soemartini. 2007. *Outlier (Pencilan)*. Bandung: UNPAD.
- Susilawati, A.T. 2010. *Regresi Robust dengan M-Estimasi*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Yuliana. 2014. *Penerapan Model Regresi Linear Robust Dengan Estimasi M Pada Data Nilai Kalkulus II Mahasiswa Universitas Widya Dharma Klaten*. Klaten: Magistra No. 90 Th. XXVI Desember.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Tingkat Kemiskinan Jawa Timur Tahun 2016

Kabupaten/Kota	Easting	Northing	Y	X1	X2	X3
Pacitan	519728,3	9101746	15,49	71,18	12,19	58,51
Ponorogo	555041,6	9123263	11,75	72,18	13,69	54,3
Trenggalek	568991,5	9097772	13,24	73,03	12,09	57,17
Tulungagung	597744,5	9103077	8,23	73,4	13,03	54,66
Blitar	636263,7	9101187	9,88	72,89	12,42	56,8
Kediri	619772,7	9134478	12,72	72,2	12,57	54,44
Malang	680774	9101931	11,49	72,05	12,28	57,06
Lumajang	735543,5	9101230	11,22	69,38	11,77	61,59
Jember	793455,2	9089295	10,97	68,37	12,31	59,66
Banyuwangi	853098,6	9073940	8,79	70,11	12,55	55,95
Bondowoso	825003,3	9120732	15	65,89	12,87	61,79
Situbondo	836700,7	9136434	13,34	68,41	12,99	62,05
Probolinggo	755928,8	9129719	20,98	66,31	12,05	58,82
Pasuruan	701994,2	9143658	10,57	69,86	11,81	57,94
Sidoarjo	687638,9	9175963	6,39	73,67	14,13	48,8
Mojokerto	663757,4	9165364	10,61	72,03	12,44	57,98
Jombang	639575,6	9165791	10,7	71,77	12,69	59,14
Nganjuk	603521,8	9160097	12,25	71,04	12,82	56,72
Madiun	571219,8	9157191	12,69	70,55	13,11	55,27
Magetan	539473,4	9152955	11,03	72,09	13,71	54,16
Ngawi	537858,7	9177679	15,27	71,63	12,65	61,26
Bojonegoro	589403,2	9197933	14,6	70,67	12,11	58,99
Tuban	598479,1	9231335	17,14	70,67	12,17	59,82
Lamongan	643644,4	9211544	14,89	71,77	13,44	55,21
Gresik	669908	9209802	13,19	72,33	13,69	56,02
Bangkalan	713213,6	9220962	21,41	69,77	11,56	62,48
Sampang	749230	9219905	24,11	67,62	11,37	62,11
Pamekasan	776605,9	9218327	16,7	66,95	13,35	61,48

Lampiran 1. (Lanjutan)

Sumenep	811658	9226395	20,09	70,56	12,73	63,15
Kota Kediri	611776.4	9134770	8,4	73,65	14,61	50,26
Kota Blitar	628580.8	9105013	7,18	73,09	14	49,14
Kota Malang	680360.6	9117670	4,33	72,68	15,38	47,37
Kota Probolinggo	743214.4	9139935	7,97	69,79	13,54	49,06
Kota Pasuruan	710659.9	9153931	7,62	70,93	13,57	51,71
Kota Mojokerto	658618	9173890	5,73	72,78	13,8	49,02
Kota Madiun	558278.6	9156847	5,16	72,44	14,19	46,07
Kota Surabaya	690187	9195443	5,63	73,87	13,99	48,16
Kota Batu	668815.8	9133846	4,48	72,2	13,62	50,22

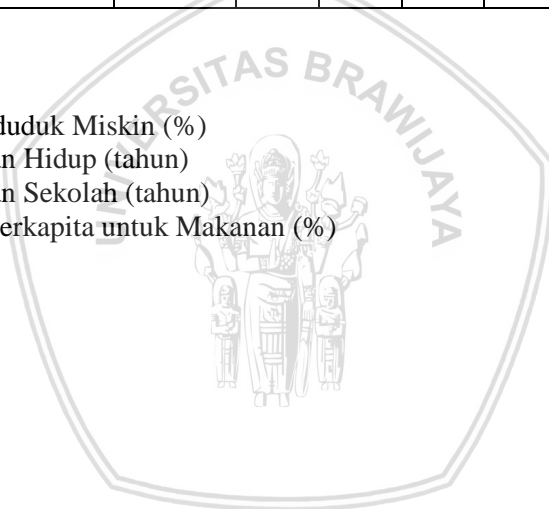
Keterangan:

Y: Persentase Penduduk Miskin (%)

X1: Angka Harapan Hidup (tahun)

X2: Angka Harapan Sekolah (tahun)

X3: Pengeluaran Perkapita untuk Makanan (%)



Lampiran 2. *Output Software R*

➤ Pendugaan Parameter Model Regresi linier Klasik

Call:

```
lm(formula = KEMISKINAN ~ AHH + AHS + MAKAN, data = jatim)
```

Coefficients:

(Intercept)	AHH	AHS	MAKAN
6.7121	-0.3594	-0.4295	0.6489

➤ Kenormalan *Residual* Model Regresi Linier Klasik

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: regK$residuals
```

```
D = 0.26513, p-value = 0.007571
```

```
alternative hypothesis: two-sided
```

➤ Uji Heterogenitas Spasial

Breusch-Pagan test

```
data:
```

```
BP = 12.701, df = 3, p-value = 0.005331
```

➤ Mencari *bandwith optimum*

```
Bandwidth: 141042.7 CV score: 326.2577
```

```
Bandwidth: 227984.1 CV score: 338.2619
```

```
Bandwidth: 87310.02 CV score: 296.526
```

```
Bandwidth: 54101.38 CV score: 246.1543
```

```
Bandwidth: 33577.3 CV score: 272.2894
```

```
Bandwidth: 56100.52 CV score: 249.0428
```

```
Bandwidth: 49114.9 CV score: 240.8217
```

```
Bandwidth: 43180.06 CV score: 240.5809
```

```
Bandwidth: 45932.09 CV score: 239.5798
```

```
Bandwidth: 45987.75 CV score: 239.5819
```

```
Bandwidth: 45831.84 CV score: 239.5782
```

```
Bandwidth: 45817.42 CV score: 239.5782
```

```
Bandwidth: 45817.85 CV score: 239.5782
```

```
Bandwidth: 45817.88 CV score: 239.5782
```

```
Bandwidth: 45817.88 CV score: 239.5782
```

```
Bandwidth: 45817.87 CV score: 239.5782
```

```
Bandwidth: 45817.87 CV score: 239.5782
```

```
Bandwidth: 45817.88 CV score: 239.5782
```

```
Bandwidth: 45817.88 CV score: 239.5782
```

➤ Pengujian Penduga Parameter RGWR Secara Simultan

> Fhit

```
[,1]  
[1,] 2.337176
```

> qf(0.05, db1^2/db2, 38-3-1, lower.tail = FALSE)

```
[1] 1.870181
```

> df(Fhit,db1^2/db2, 38-3-1)

```
[,1]  
[1,] 0.03732111
```

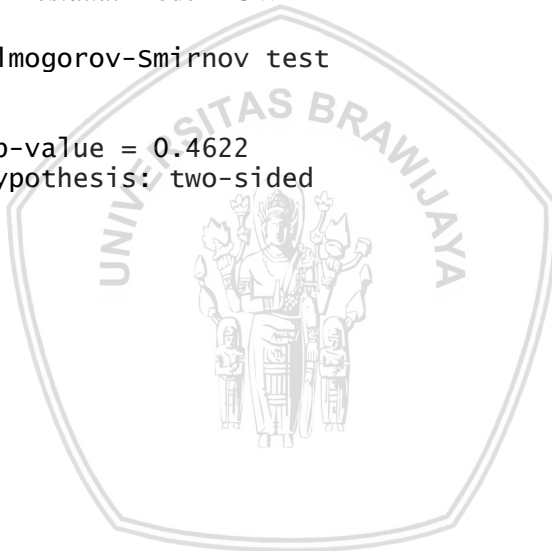
➤ Uji Kenormalan *Residual* Model RGWR

One-sample kolmogorov-Smirnov test

data: E2

D = 0.13406, p-value = 0.4622

alternative hypothesis: two-sided



Lampiran 3. Jarak *Euclidean* (m) Setiap Lokasi dengan Lokasi Lain

Kab/Kota	Pacitan	Ponorogo	Trenggalek	Tulungagung	Blitar	Kediri
Pacitan	0	41352,1	49423,15	78027,51	116536,7	105262,9
Ponorogo	41352,1	0	29057,82	47233,43	84168,75	65695,54
Trenggalek	49423,15	29057,82	0	29238,24	67358,83	62658,27
Tulungagung	78027,51	47233,43	29238,24	0	38565,59	38357,29
Blitar	116536,7	84168,75	67358,83	38565,59	0	37152,12
Kediri	105262,9	65695,54	62658,27	38357,29	37152,12	0
Malang	161045,8	127529,2	111859,9	83037,47	44516,54	69141,21
Lumajang	215815,8	181841,6	166587,9	137811,4	99279,77	120450,5
Jember	274009,9	240821,2	224623,8	196195,4	157640,7	179463,4
Banyuwangi	334527,8	302110,3	285104,9	257011	218540	241051,4
Bondowoso	305864,9	269973,6	257039,4	227943,7	189749	205690,5
Situbondo	318864,7	281966,9	270486,5	241273,2	203512,5	216936,8
Probolinggo	237851,2	200990,9	189647,5	160412,3	123019,7	136239,3
Pasuruan	187022,8	148361,2	140695,7	111869,9	78258,21	82732,42
Sidoarjo	183581,3	142686,2	142094,9	115729,7	90724,18	79541,13
Mojokerto	157453,7	116583,4	116401,3	90760,19	69818,74	53745,72
Jombang	135886,3	94628,85	98023,49	75384,61	64688,73	37048,86
Nganjuk	102108,8	60886,01	71251,1	57311,98	67397,73	30338,28
Madiun	75667,41	37588,35	59460,7	60265,3	85832,44	53602,77
Magetan	54883,63	33525,95	62581,3	76702,72	109764,7	82397,52
Ngawi	78067,34	57064,62	85757,22	95664,73	124637,8	92607,74
Bojonegoro	118770,9	82197,14	102219,3	95221,99	107497,6	70347,72
Tuban	151641,3	116475,4	136779,4	128260,5	135522,5	99170,14
Lamongan	165562	125076	136077,2	117778,8	110603,6	80678,07
Gresik	185013,8	143817,3	150780,9	128832,7	113707	90483,49
Bangkalan	227264,1	185912,6	189672,5	165015	142363,4	127320,8
Sampang	258132,9	216907,6	217720,8	191302,5	163876,2	155103
Pamekasan	282094,5	241097,5	240077,6	212777	182805,5	177840,7
Sumenep	317427,6	276565	274646,6	246913,5	215499,9	212764,2
Kota Kediri	97792,71	57889,96	56562,86	34660,12	41562,59	8001,629
Kota Blitar	108901,5	75769,9	60027,64	30897,07	8582,848	30753,82
Kota Malang	161419,7	125443,7	113132,7	83895,12	47077,03	62876,06
Kota Probolinggo	226725,6	188910	179252,3	150066,8	113753,8	123562,3
Kota Pasuruan	197934,9	158611,6	152393,6	123839	91196,56	92945,79
Kota Mojokerto	156509,1	115287,4	117587,5	93381,26	76062,32	55337,5
Kota Madiun	67248,08	33740,46	60038,67	66699,47	95811,25	65436,25
Kota Surabaya	194513	153213,2	155653,3	130679,4	108590,9	93139,06
Kota Batu	152504	114265,3	106142,2	77445,71	46111,17	49047,16

Lampiran 3. (Lanjutan)

Kab/Kota	Malang	Lumajang	Jember	Banyuwangi	Bondowoso	Situbondo
Pacitan	161045,8	215815,8	274009,9	334527,8	305864,9	318864,7
Ponorogo	127529,2	181841,6	240821,2	302110,3	269973,6	281966,9
Trenggalek	111859,9	166587,9	224623,8	285104,9	257039,4	270486,5
Tulungagung	83037,47	137811,4	196195,4	257011	227943,7	241273,2
Blitar	44516,54	99279,77	157640,7	218540	189749	203512,5
Kediri	69141,21	120450,6	179463,4	241051,4	205690,5	216936,8
Malang	0	54773,92	113387,4	174582,9	145449,7	159698,4
Lumajang	54773,92	0	59128,67	120681	91561,05	107107,9
Jember	113387,4	59128,67	0	61588,18	44537,18	63970,04
Banyuwangi	174582,9	120681	61588,18	0	54578,64	64608,73
Bondowoso	145449,7	91561,05	44537,18	54578,64	0	19579,46
Situbondo	159698,4	107107,9	63970,04	64608,73	19579,46	0
Probolinggo	80127,74	35031,71	55157,22	112041,3	69656,72	81050,45
Pasuruan	46813,5	54090,17	106397,6	166412,5	125127,4	134900,1
Sidoarjo	74349,75	88768,68	136778,4	194384,8	148052	154214
Mojokerto	65676,29	96262,43	150359,4	210257,8	167308,8	175346,3
Jombang	75996,07	115663	171844,3	232440,3	190823,8	199299,1
Nganjuk	96701,71	144551,2	202700,6	264029,3	224952,5	234376,4
Madiun	122702,3	173591,3	232375,5	293915,4	256389	266291,1
Magetan	150230,9	202778	261838,2	323425,4	287342,3	297686
Ngawi	161748,5	211952,2	270446,3	331870,2	292737	301674,8
Bojonegoro	132533,2	175238,3	231169,4	291392,1	247926,1	254829,7
Tuban	153355,9	188981,8	241228,1	299339,6	252083,8	256429
Lamongan	115730,8	143577,9	193359,5	250610,6	202824,4	207152,7
Gresik	108417,5	126870	172585,5	228072,7	178851,8	182216,1
Bangkalan	123372,3	121796,4	154190,4	202936,1	150142,8	149646,4
Sampang	136397	119461,8	137893,7	179148,8	124806,9	120907,2
Pamekasan	150771,1	124088,5	130127,2	163397,3	108936,1	101577,3
Sumenep	180615,4	146491,2	138302,2	157986,1	106501,7	93381,56
Kota Kediri	76413,87	128231,1	187283,5	248870,6	213688,5	224930,5
Kota Blitar	52284,11	107029,5	165621,9	226657,7	197050,5	210478,4
Kota Malang	15745,12	57579,88	116599,9	178187,3	144675,2	157462
Kota Probolinggo	73096,95	39458,49	71333,98	128179	84013	93551,81
Kota Pasuruan	59977,11	58280,91	105037,5	163362,6	119065,5	127249,5
Kota Mojokerto	75292,95	105816	159177	218660,9	174670,6	181979,2
Kota Madiun	134242,2	185785,2	244686,1	306255,4	269158,7	279169,4
Kota Surabaya	93984,94	104562,7	148093,3	203231,5	154133,5	157950,5
Kota Batu	34081,69	74272,32	132362	193775	156737,1	167904,8



Lampiran 3. (Lanjutan)

Kab/Kota	Probolinggo	Pasuruan	Sidoarjo	Mojokerto	Jombang	Nganjuk
Pacitan	237851,2	187022,8	183581,3	157453,7	135886,3	102108,8
Ponorogo	200990,9	148361,2	142686,2	116583,4	94628,85	60886,01
Trenggalek	189647,5	140695,7	142094,9	116401,3	98023,49	71251,1
Tulungagung	160412,3	111869,9	115729,7	90760,19	75384,61	57311,98
Blitar	123019,7	78258,21	90724,18	69818,74	64688,73	67397,73
Kediri	136239,3	82732,42	79541,13	53745,72	37048,86	30338,28
Malang	80127,74	46813,5	74349,75	65676,29	75996,07	96701,71
Lumajang	35031,71	54090,17	88768,68	96262,43	115663	144551,2
Jember	55157,22	106397,6	136778,4	150359,4	171844,3	202700,6
Banyuwangi	112041,3	166412,5	194384,8	210257,8	232440,3	264029,3
Bondowoso	69656,72	125127,4	148052	167308,8	190823,8	224952,5
Situbondo	81050,45	134900,1	154214	175346,3	199299,1	234376,4
Probolinggo	0	55706,73	82474,05	98823,63	121816,3	155404,9
Pasuruan	55706,73	0	35350,35	43968,03	66226,26	99835,01
Sidoarjo	82474,05	35350,35	0	26127,64	49127,96	85600,22
Mojokerto	98823,63	43968,03	26127,64	0	24185,65	60465,45
Jombang	121816,3	66226,26	49127,96	24185,65	0	36500,51
Nganjuk	155404,9	99835,01	85600,22	60465,45	36500,51	0
Madiun	186740,7	131472,7	117922,7	92897,82	68894,5	32432,44
Magetan	217698,9	162786,4	149941,2	124902	100921,7	64445,41
Ngawi	223281,6	167624,1	149790	126499,6	102409,2	67976,26
Bojonegoro	179955,2	124989,8	100662,5	81174,36	59585,19	40384,3
Tuban	187393,2	135656,2	104955,2	92808,72	77363,01	71416,59
Lamongan	138935,2	89515,95	56581,9	50369,46	45933,7	65242,52
Gresik	117528	73515,45	38203,25	44861,68	53451,71	82932,13
Bangkalan	100746	78113,18	51758,74	74410,99	92013,12	125446,4
Sampang	90433,96	89692,52	75659,63	101391,6	122280,3	157505,1
Pamekasan	90988,47	105557,3	98538,7	124659	146756,3	182616,7
Sumenep	111587,9	137373,3	133881	159997,8	182442,4	218440
Kota Kediri	144240,9	90654,66	86324,92	60316,29	41654,41	26638,48
Kota Blitar	129722,5	82963,91	92313,39	69854,77	61764,29	60516,33
Kota Malang	76522,77	33814,11	58745,08	50501,15	63079,12	87773,64
Kota Probolinggo	16310,21	41388,01	66231,52	83426,8	106815,3	141140
Kota Pasuruan	51337,1	13439,89	31864,51	48275,75	72066,81	107315,3
Kota Mojokerto	106866,5	52871,93	29094,85	9955,043	20693,3	56796,36
Kota Madiun	199503,2	144319,5	130765	105822,1	81787,37	45359,79
Kota Surabaya	92960,12	53113,6	19646,17	40040,71	58658,21	93595,88
Kota Batu	87210,7	34599,14	46132,1	31921,92	43306,73	70373,52

Lampiran 3. (Lanjutan)

Kab/Kota	Madiun	Magetan	Ngawi	Bojonegoro	Tuban	Lamongan
Pacitan	75667,41	54883,63	78067,34	118770,9	151641,3	165562
Ponorogo	37588,35	33525,95	57064,62	82197,14	116475,4	125076
Trenggalek	59460,7	62581,3	85757,22	102219,3	136779,4	136077,2
Tulungagung	60265,3	76702,72	95664,73	95221,99	128260,5	117778,8
Blitar	85832,44	109764,7	124637,8	107497,6	135522,5	110603,6
Kediri	53602,77	82397,52	92607,74	70347,72	99170,14	80678,07
Malang	122702,3	150230,9	161748,5	132533,2	153355,9	115730,8
Lumajang	173591,3	202778	211952,2	175238,3	188981,8	143577,9
Jember	232375,5	261838,2	270446,3	231169,4	241228,1	193359,5
Banyuwangi	293915,4	323425,4	331870,2	291392,1	299339,6	250610,6
Bondowoso	256389	287342,3	292737	247926,1	252083,8	202824,4
Situbondo	266291,1	297686	301674,8	254829,7	256429	207152,7
Probolinggo	186740,7	217698,9	223281,6	179955,2	187393,2	138935,2
Pasuruan	131472,7	162786,4	167624,1	124989,8	135656,2	89515,95
Sidoarjo	117922,7	149941,2	149790	100662,5	104955,2	56581,9
Mojokerto	92897,82	124902	126499,6	81174,36	92808,72	50369,46
Jombang	68894,5	100921,7	102409,2	59585,19	77363,01	45933,7
Nganjuk	32432,44	64445,41	67976,26	40384,3	71416,59	65242,52
Madiun	0	32027,84	39149,83	44615,25	78996,31	90551,19
Magetan	32027,84	0	24776,72	67201,31	98108,01	119516,8
Ngawi	39149,83	24776,72	0	55381,1	80955,9	111074,1
Bojonegoro	44615,25	67201,31	55381,1	0	34613,49	55922,86
Tuban	78996,31	98108,01	80955,9	34613,49	0	49311,44
Lamongan	90551,19	119516,8	111074,1	55922,86	49311,44	0
Gresik	111836	142284,3	135900,5	81375,13	74604,11	26321,29
Bangkalan	155656,4	186576	180617,7	125933,9	115202,5	70203,75
Sampang	188734,3	220182,1	215547,9	161330,1	151183,7	105916,2
Pamekasan	214292	245978,4	242182,8	188310,3	178601,1	133134,4
Sumenep	250199,2	281918,2	278099,5	224069,8	213236,2	168668,7
Kota Kediri	46341,72	74554,74	85469,37	67008,57	97476,86	83125,35
Kota Blitar	77542,71	101185,8	116236,2	100841,7	129859,6	107590,7
Kota Malang	116075,8	145238,4	154621,5	121306,7	140086,8	100798,2
Kota Probolinggo	172858	204156,5	208795,5	164382,5	171179	122645,5
Kota Pasuruan	139478,2	171189,3	174425,4	128993,5	136293,4	88375,58
Kota Mojokerto	88979,09	120969,8	120818,7	73271,74	83166,45	40521,77
Kota Madiun	12945,8	19203,85	29170,5	51543,71	84643,5	101385,4
Kota Surabaya	124965,5	156588,1	153360,6	100814,6	98481,47	49248,77
Kota Batu	100349,3	130746,3	138098,2	102046,8	120214,4	81673,72

Lampiran 3. (Lanjutan)

Kab/Kota	Gresik	Bangkalan	Sampang	Pamekasan	Sumenep	Kota Kediri
Pacitan	185013,8	227264,1	258132,9	282094,5	317427,6	97792,71
Ponorogo	143817,3	185912,6	216907,6	241097,5	276565	57889,96
Trenggalek	150780,9	189672,5	217720,8	240077,6	274646,6	56562,86
Tulungagung	128832,7	165015	191302,5	212777	246913,5	34660,13
Blitar	113707	142363,4	163876,2	182805,5	215499,9	41562,59
Kediri	90483,49	127320,9	155103	177840,7	212764,2	8001,629
Malang	108417,5	123372,3	136397	150771,1	180615,4	76413,87
Lumajang	126870	121796,4	119461,8	124088,5	146491,2	128231,1
Jember	172585,5	154190,4	137893,7	130127,2	138302,2	187283,5
Banyuwangi	228072,7	202936,1	179148,8	163397,3	157986,1	248870,6
Bondowoso	178851,8	150142,8	124806,9	108936,1	106501,7	213688,5
Situbondo	182216,1	149646,4	120907,2	101577,3	93381,56	224930,5
Probolinggo	117528	100746	90433,96	90988,47	111587,9	144240,9
Pasuruan	73515,45	78113,18	89692,52	105557,3	137373,3	90654,66
Sidoarjo	38203,25	51758,74	75659,63	98538,7	133881	86324,92
Mojokerto	44861,68	74410,99	101391,6	124659	159997,8	60316,29
Jombang	53451,71	92013,12	122280,3	146756,3	182442,4	41654,41
Nganjuk	82932,13	125446,4	157505,1	182616,7	218440	26638,49
Madiun	111836	155656,4	188734,3	214292	250199,2	46341,72
Magetan	142284,3	186576	220182,1	245978,4	281918,2	74554,74
Ngawi	135900,5	180617,7	215547,9	242182,8	278099,5	85469,37
Bojonegoro	81375,13	125933,9	161330,1	188310,3	224069,8	67008,57
Tuban	74604,11	115202,5	151183,7	178601,1	213236,2	97476,86
Lamongan	26321,29	70203,75	105916,2	133134,4	168668,7	83125,35
Gresik	0	44720,29	79962,76	107037,9	142717,8	94916,67
Bangkalan	44720,29	0	36031,95	63446,99	98594,22	133111,1
Sampang	79962,76	36031,95	0	27421,25	62764,39	161683,4
Pamekasan	107037,9	63446,99	27421,25	0	35968,53	184798,9
Sumenep	142717,8	98594,22	62764,39	35968,53	0	219881,3
Kota Kediri	94916,67	133111,1	161683,4	184798,9	219881,4	0
Kota Blitar	112644,5	143550,9	166602,6	186417,8	219660,7	34174,05
Kota Malang	92722,92	108390,2	123267,6	139265,8	170469,9	70683,69
Kota Probolinggo	101267,9	86402,01	80195,42	85207,24	110271,2	131539,5
Kota Pasuruan	69153,84	67078,83	76420,84	92172,04	124304,2	100723
Kota Mojokerto	37645,17	72086,3	101626,4	126078,7	161796,2	61028,91
Kota Madiun	123553	167676,7	201093,7	226818,4	262750,7	57874,32
Kota Surabaya	24847,98	34371,89	63909,82	89397,5	125352,4	99143,74
Kota Batu	75964,5	97777,23	117782,3	136952,1	170203,5	57046,89

Lampiran 3. (Lanjutan)

Kab/Kota	Kota Blitar	Kota Malang	Kota Probolinggo	Kota Pasuruan
Pacitan	108901,5	161419,7	226725,6	197934,9
Ponorogo	75769,9	125443,7	188910	158611,6
Trenggalek	60027,64	113132,7	179252,3	152393,6
Tulungagung	30897,07	83895,12	150066,8	123839
Blitar	8582,848	47077,03	113753,8	91196,56
Kediri	30753,82	62876,06	123562,3	92945,79
Malang	52284,11	15745,12	73096,95	59977,11
Lumajang	107029,5	57579,88	39458,49	58280,91
Jember	165621,9	116599,9	71333,98	105037,5
Banyuwangi	226657,7	178187,3	128179	163362,6
Bondowoso	197050,5	144675,2	84013	119065,5
Situbondo	210478,4	157462	93551,81	127249,5
Probolinggo	129722,5	76522,77	16310,21	51337,1
Pasuruan	82963,91	33814,11	41388,01	13439,89
Sidoarjo	92313,39	58745,08	66231,52	31864,51
Mojokerto	69854,77	50501,15	83426,8	48275,75
Jombang	61764,29	63079,12	106815,3	72066,81
Nganjuk	60516,33	87773,64	141140	107315,3
Madiun	77542,71	116075,8	172858	139478,2
Magetan	101185,8	145238,4	204156,5	171189,3
Ngawi	116236,2	154621,5	208795,5	174425,4
Bojonegoro	100841,7	121306,7	164382,5	128993,5
Tuban	129859,6	140086,8	171179	136293,4
Lamongan	107590,7	100798,2	122645,5	88375,58
Gresik	112644,5	92722,92	101267,9	69153,84
Bangkalan	143550,9	108390,2	86402,01	67078,83
Sampang	166602,6	123267,6	80195,42	76420,84
Pamekasan	186417,8	139265,8	85207,24	92172,04
Sumenep	219660,7	170469,9	110271,2	124304,2
Kota Kediri	34174,05	70683,69	131539,5	100723,1
Kota Blitar	0	53304,39	119835,1	95551,14
Kota Malang	53304,39	0	66680,86	47253,79
Kota Probolinggo	119835,1	66680,86	0	35435,65
Kota Pasuruan	95551,14	47253,79	35435,65	0
Kota Mojokerto	75141,83	60277,56	91156,29	55737,82
Kota Madiun	87345,51	128214,1	185707,5	152409,2
Kota Surabaya	109421	78391	76765,89	46285,51
Kota Batu	49499,31	19872,62	74647,47	46415,27

Lampiran 3. (Lanjutan)

Kab/Kota	Kota Mojokerto	Kota Madiun	Kota Surabaya	Kota Batu
Pacitan	156509,1	67248,08	194513	152504
Ponorogo	115287,4	33740,46	153213,2	114265,3
Trenggalek	117587,4	60038,67	155653,3	106142,2
Tulungagung	93381,26	66699,47	130679,4	77445,71
Blitar	76062,32	95811,25	108590,9	46111,17
Kediri	55337,5	65436,25	93139,05	49047,16
Malang	75292,95	134242,2	93984,94	34081,69
Lumajang	105816	185785,2	104562,7	74272,32
Jember	159176,9	244686,1	148093,3	132362
Banyuwangi	218660,9	306255,4	203231,5	193775
Bondowoso	174670,6	269158,7	154133,5	156737,1
Situbondo	181979,2	279169,4	157950,5	167904,8
Probolinggo	106866,4	199503,2	92960,12	87210,7
Pasuruan	52871,93	144319,5	53113,6	34599,14
Sidoarjo	29094,85	130765	19646,17	46132,1
Mojokerto	9955,043	105822,1	40040,71	31921,92
Jombang	20693,3	81787,37	58658,21	43306,73
Nganjuk	56796,36	45359,79	93595,88	70373,52
Madiun	88979,09	12945,8	124965,5	100349,3
Magetan	120969,8	19203,85	156588,1	130746,3
Ngawi	120818,7	29170,5	153360,6	138098,2
Bojonegoro	73271,74	51543,71	100814,6	102046,8
Tuban	83166,45	84643,5	98481,47	120214,4
Lamongan	40521,77	101385,4	49248,77	81673,72
Gresik	37645,17	123553	24847,98	75964,5
Bangkalan	72086,3	167676,7	34371,89	97777,23
Sampang	101626,4	201093,7	63909,82	117782,3
Pamekasan	126078,7	226818,4	89397,5	136952,1
Sumenep	161796,2	262750,7	125352,4	170203,5
Kota Kediri	61028,91	57874,32	99143,73	57046,89
Kota Blitar	75141,83	87345,51	109421	49499,31
Kota Malang	60277,56	128214,1	78391	19872,62
Kota Probolinggo	91156,29	185707,5	76765,89	74647,47
Kota Pasuruan	55737,82	152409,2	46285,51	46415,27
Kota Mojokerto	0	101776,4	38224,86	41322,46
Kota Madiun	101776,4	0	137438,9	112905
Kota Surabaya	38224,86	137438,9	0	65199,51
Kota Batu	41322,46	112905	65199,51	0



Lampiran 4. Pembobot *Gauss Kernel* setiap Lokasi dengan Lokasi Lain

Kab/Kota	Pacitan	Ponorogo	Trenggalek	Tulungagung	Blitar	Kediri
Pacitan	1,000000	0,665457	0,558901	0,234549	0,039374	0,071428
Ponorogo	0,665457	1,000000	0,817825	0,587798	0,185012	0,357740
Trenggalek	0,558901	0,817825	1,000000	0,815779	0,339371	0,392548
Tulungagung	0,234549	0,587798	0,815779	1,000000	0,701705	0,704388
Blitar	0,039374	0,185012	0,339371	0,701705	1,000000	0,719822
Kediri	0,071428	0,357740	0,392548	0,704388	0,719822	1,000000
Malang	0,002076	0,020783	0,050782	0,193538	0,623753	0,320265
Lumajang	0,000015	0,000380	0,001347	0,010851	0,095600	0,031570
Jember	0,000000	0,000001	0,000006	0,000104	0,002688	0,000466
Banyuwangi	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000011	0,000001
Bondowoso	0,000000	0,000000	0,000000	0,000004	0,000189	0,000042
Situbondo	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,000052	0,000014
Probolinggo	0,000001	0,000066	0,000190	0,002179	0,027200	0,012024
Pasuruan	0,000241	0,005287	0,008962	0,050755	0,232543	0,195883
Sidoarjo	0,000327	0,007835	0,008156	0,041172	0,140801	0,221597
Mojokerto	0,002726	0,039273	0,039671	0,140582	0,313163	0,502581
Jombang	0,012302	0,118507	0,101413	0,258329	0,369102	0,721137
Nganjuk	0,083469	0,413562	0,298448	0,457338	0,338948	0,803144
Madiun	0,255714	0,714254	0,430808	0,421036	0,172959	0,504421
Magetan	0,488000	0,765131	0,393450	0,246284	0,056720	0,198480
Ngawi	0,234202	0,460431	0,173492	0,113071	0,024724	0,129684
Bojonegoro	0,034740	0,200045	0,083021	0,115371	0,063780	0,307681
Tuban	0,004182	0,039509	0,011609	0,019877	0,012595	0,096096
Lamongan	0,001461	0,024088	0,012151	0,036738	0,054277	0,212188
Gresik	0,000288	0,007253	0,004450	0,019193	0,045984	0,142271
Bangkalan	0,000005	0,000266	0,000190	0,001525	0,008009	0,021047
Sampang	0,000000	0,000014	0,000012	0,000164	0,001668	0,003248
Pamekasan	0,000000	0,000001	0,000001	0,000021	0,000349	0,000535
Sumenep	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000016	0,000021
Kota Kediri	0,102511	0,450143	0,466726	0,751167	0,662696	0,984866
Kota Blitar	0,059328	0,254770	0,423913	0,796625	0,982608	0,798303
Kota Malang	0,002017	0,023565	0,047433	0,187049	0,589866	0,390000
Kota Probolinggo	0,000005	0,000204	0,000475	0,004683	0,045868	0,026347
Kota Pasuruan	0,000089	0,002499	0,003961	0,025921	0,137949	0,127761
Kota Mojokerto	0,002926	0,042186	0,037134	0,125316	0,252090	0,482220
Kota Madiun	0,340579	0,762506	0,423779	0,346592	0,112318	0,360649
Kota Surabaya	0,000122	0,003731	0,003118	0,017122	0,060291	0,126671
Kota Batu	0,003929	0,044611	0,068334	0,239657	0,602648	0,563851

Lampiran 4. (Lanjutan)

Kab/Kota	Malang	Lumajang	Jember	Banyuwangi	Bondowoso	Situbondo
Pacitan	0,002076	0,000015	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Ponorogo	0,020783	0,000380	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000
Trenggalek	0,050782	0,001347	0,000006	0,000000	0,000000	0,000000
Tulungagung	0,193537	0,010851	0,000104	0,000000	0,000004	0,000001
Blitar	0,623753	0,095600	0,002688	0,000011	0,000189	0,000052
Kediri	0,320265	0,031570	0,000466	0,000001	0,000042	0,000014
Malang	1,000000	0,489400	0,046786	0,000703	0,006482	0,002301
Lumajang	0,489400	1,000000	0,434867	0,031155	0,135777	0,065064
Jember	0,046786	0,434867	1,000000	0,405177	0,623480	0,377320
Banyuwangi	0,000703	0,031155	0,405177	1,000000	0,491896	0,370012
Bondowoso	0,006482	0,135777	0,623480	0,491896	1,000000	0,912738
Situbondo	0,002301	0,065064	0,377320	0,370012	0,912738	1,000000
Probolinggo	0,216708	0,746548	0,484513	0,050293	0,314853	0,209166
Pasuruan	0,593353	0,498154	0,067457	0,001366	0,024014	0,013110
Sidoarjo	0,268041	0,153078	0,011610	0,000123	0,005404	0,003467
Mojokerto	0,357955	0,110024	0,004586	0,000027	0,001272	0,000660
Jombang	0,252696	0,041324	0,000882	0,000003	0,000171	0,000078
Nganjuk	0,107825	0,006897	0,000056	0,000000	0,000006	0,000002
Madiun	0,027710	0,000764	0,000003	0,000000	0,000000	0,000000
Magetan	0,004629	0,000056	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Ngawi	0,001967	0,000023	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Bojonegoro	0,015244	0,000666	0,000003	0,000000	0,000000	0,000000
Taban	0,003692	0,000202	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000
Lamongan	0,041170	0,007373	0,000136	0,000000	0,000056	0,000036
Gresik	0,060833	0,021630	0,000830	0,000004	0,000491	0,000368
Bangkalan	0,026643	0,029211	0,003474	0,000055	0,004658	0,004826
Sampang	0,011902	0,033405	0,010793	0,000479	0,024477	0,030752
Pamekasan	0,004453	0,025542	0,017720	0,001731	0,059222	0,085649
Sumenep	0,000422	0,006029	0,010507	0,002619	0,067102	0,125314
Kota Kediri	0,248892	0,019913	0,000235	0,000000	0,000019	0,000006
Kota Blitar	0,521478	0,065324	0,001454	0,000005	0,000096	0,000026
Kota Malang	0,942663	0,453998	0,039237	0,000520	0,006838	0,002725
Kota Probolinggo	0,280097	0,690158	0,297610	0,019976	0,186169	0,124368
Kota Pasuruan	0,424525	0,445300	0,072239	0,001736	0,034165	0,021138
Kota Mojokerto	0,259180	0,069469	0,002394	0,000011	0,000698	0,000375
Kota Madiun	0,013675	0,000269	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000
Kota Surabaya	0,121985	0,073972	0,005388	0,000053	0,003488	0,002626
Kota Batu	0,758314	0,268777	0,015409	0,000131	0,002876	0,001213

Lampiran 4. (Lanjutan)

Kab/Kota	Probolinggo	Pasuruan	Sidoarjo	Mojokerto	Jombang	Nganjuk
Pacitan	0,000001	0,000241	0,000327	0,002726	0,012302	0,083469
Ponorogo	0,000066	0,005287	0,007835	0,039273	0,118507	0,413562
Trenggalek	0,000190	0,008962	0,008156	0,039671	0,101413	0,298448
Tulungagung	0,002179	0,050755	0,041172	0,140582	0,258329	0,457338
Blitar	0,027200	0,232543	0,140801	0,313163	0,369102	0,338948
Kediri	0,012024	0,195883	0,221597	0,502581	0,721137	0,803144
Malang	0,216708	0,593353	0,268041	0,357955	0,252696	0,107825
Lumajang	0,746548	0,498154	0,153078	0,110024	0,041324	0,006897
Jember	0,484513	0,067457	0,011610	0,004586	0,000882	0,000056
Banyuwangi	0,050293	0,001366	0,000123	0,000027	0,000003	0,000000
Bondowoso	0,314853	0,024014	0,005404	0,001272	0,000171	0,000006
Situbondo	0,209166	0,013110	0,003467	0,000660	0,000078	0,000002
Probolinggo	1,000000	0,477534	0,197884	0,097679	0,029177	0,003176
Pasuruan	0,477534	1,000000	0,742570	0,631005	0,351824	0,093115
Sidoarjo	0,197884	0,742570	1,000000	0,849938	0,562787	0,174607
Mojokerto	0,097679	0,631005	0,849938	1,000000	0,869949	0,418620
Jombang	0,029177	0,351824	0,562787	0,869949	1,000000	0,728098
Nganjuk	0,003176	0,093115	0,174607	0,418620	0,728098	1,000000
Madiun	0,000247	0,016295	0,036442	0,128033	0,322873	0,778388
Magetan	0,000013	0,001815	0,004725	0,024339	0,088400	0,371874
Ngawi	0,000007	0,001240	0,004777	0,022118	0,082256	0,332684
Bojonegoro	0,000447	0,024212	0,089507	0,208167	0,429290	0,678113
Tuban	0,000233	0,012487	0,072537	0,128538	0,240389	0,296775
Lamongan	0,010077	0,148297	0,466486	0,546470	0,604997	0,362830
Gresik	0,037258	0,276033	0,706370	0,619187	0,506368	0,194345
Bangkalan	0,089150	0,233803	0,528312	0,267460	0,133120	0,023561
Sampang	0,142575	0,147183	0,255785	0,086421	0,028401	0,002716
Pamekasan	0,139200	0,070380	0,098997	0,024693	0,005918	0,000355
Sumenep	0,051522	0,011168	0,013994	0,002249	0,000361	0,000012
Kota Kediri	0,007045	0,141225	0,169501	0,420420	0,661491	0,844498
Kota Blitar	0,018169	0,194101	0,131376	0,312788	0,403086	0,418006
Kota Malang	0,247907	0,761603	0,439576	0,544744	0,387631	0,159619
Kota Probolinggo	0,938605	0,664986	0,351765	0,190573	0,066041	0,008698
Kota Pasuruan	0,533810	0,957890	0,785188	0,574024	0,290253	0,064378
Kota Mojokerto	0,065869	0,513857	0,817406	0,976672	0,903038	0,463792
Kota Madiun	0,000076	0,007007	0,017031	0,069448	0,203272	0,612595
Kota Surabaya	0,127680	0,510732	0,912169	0,682591	0,440645	0,124124
Kota Batu	0,163408	0,751923	0,602371	0,784503	0,639739	0,307415

Lampiran 4. (Lanjutan)

Kab/Kota	Madiun	Magetan	Ngawi	Bojonegoro	Tuban	Lamongan
Pacitan	0,255714	0,488000	0,234202	0,034740	0,004182	0,001461
Ponorogo	0,714254	0,765131	0,460431	0,200045	0,039509	0,024088
Trenggalek	0,430808	0,393450	0,173492	0,083021	0,011609	0,012151
Tulungagung	0,421036	0,246284	0,113071	0,115371	0,019877	0,036738
Blitar	0,172959	0,056720	0,024724	0,063780	0,012595	0,054277
Kediri	0,504421	0,198480	0,129684	0,307681	0,096096	0,212188
Malang	0,027710	0,004629	0,001967	0,015244	0,003692	0,041170
Lumajang	0,000764	0,000056	0,000023	0,000666	0,000202	0,007373
Jember	0,000003	0,000000	0,000000	0,000003	0,000001	0,000136
Banyuwangi	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Bondowoso	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000056
Situbondo	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000036
Probolinggo	0,000247	0,000013	0,000007	0,000447	0,000233	0,010077
Pasuruan	0,016295	0,001815	0,001240	0,024212	0,012487	0,148297
Sidoarjo	0,036442	0,004725	0,004777	0,089507	0,072537	0,466486
Mojokerto	0,128033	0,024339	0,022118	0,208167	0,128538	0,546470
Jombang	0,322873	0,088400	0,082256	0,429290	0,240389	0,604997
Nganjuk	0,778388	0,371874	0,332684	0,678113	0,296775	0,362830
Madiun	1,000000	0,783239	0,694158	0,622447	0,226203	0,141857
Magetan	0,783239	1,000000	0,863973	0,341089	0,101014	0,033300
Ngawi	0,694158	0,863973	1,000000	0,481666	0,209931	0,052945
Bojonegoro	0,622447	0,341089	0,481666	1,000000	0,751745	0,474797
Tuban	0,226203	0,101014	0,209931	0,751745	1,000000	0,560371
Lamongan	0,141857	0,033300	0,052945	0,474797	0,560371	1,000000
Gresik	0,050846	0,008052	0,012291	0,206555	0,265633	0,847884
Bangkalan	0,003117	0,000251	0,000422	0,022884	0,042383	0,309168
Sampang	0,000207	0,000010	0,000016	0,002031	0,004323	0,069119
Pamekasan	0,000018	0,000001	0,000001	0,000215	0,000502	0,014675
Sumenep	0,000000	0,000000	0,000000	0,000006	0,000020	0,001141
Kota Kediri	0,599597	0,266099	0,175540	0,343197	0,104028	0,192866
Kota Blitar	0,238800	0,087284	0,040036	0,088741	0,018016	0,063477
Kota Malang	0,040393	0,006577	0,003365	0,030051	0,009334	0,088926
Kota Probolinggo	0,000811	0,000049	0,000031	0,001603	0,000931	0,027802
Kota Pasuruan	0,009720	0,000930	0,000713	0,019004	0,011982	0,155638
Kota Mojokerto	0,151721	0,030641	0,030909	0,278395	0,192552	0,676319
Kota Madiun	0,960869	0,915910	0,816548	0,531114	0,181514	0,086447
Kota Surabaya	0,024247	0,002909	0,003691	0,088857	0,099263	0,561196
Kota Batu	0,090860	0,017051	0,010649	0,083721	0,032000	0,204174

Lampiran 4. (Lanjutan)

Kab/Kota	Gresik	Bangkalan	Sampang	Pamekasan	Sumenep	Kota Kediri
Pacitan	0,000288	0,000005	0,000000	0,000000	0,000000	0,102511
Ponorogo	0,007253	0,000266	0,000014	0,000001	0,000000	0,450143
Trenggalek	0,004450	0,000190	0,000012	0,000001	0,000000	0,466726
Tulungagung	0,019193	0,001525	0,000164	0,000021	0,000000	0,751167
Blitar	0,045984	0,008009	0,001668	0,000349	0,000016	0,662696
Kediri	0,142271	0,021047	0,003248	0,000535	0,000021	0,984866
Malang	0,060833	0,026643	0,011902	0,004453	0,000422	0,248892
Lumajang	0,021630	0,029211	0,033405	0,025542	0,006029	0,019913
Jember	0,000830	0,003474	0,010793	0,017720	0,010507	0,000235
Banyuwangi	0,000004	0,000055	0,000479	0,001731	0,002619	0,000000
Bondowoso	0,000491	0,004658	0,024477	0,059222	0,067102	0,000019
Situbondo	0,000368	0,004826	0,030752	0,085649	0,125314	0,000006
Probolinggo	0,037258	0,089150	0,142575	0,139200	0,051522	0,007045
Pasuruan	0,276033	0,233803	0,147184	0,070380	0,011168	0,141225
Sidoarjo	0,706370	0,528312	0,255785	0,098997	0,013994	0,169501
Mojokerto	0,619187	0,267460	0,086421	0,024693	0,002249	0,420420
Jombang	0,506368	0,133120	0,028401	0,005918	0,000361	0,661491
Nganjuk	0,194345	0,023561	0,002716	0,000355	0,000012	0,844498
Madiun	0,050846	0,003117	0,000207	0,000018	0,000000	0,599597
Magetan	0,008052	0,000251	0,000010	0,000001	0,000000	0,266099
Ngawi	0,012291	0,000422	0,000016	0,000001	0,000000	0,175540
Bojonegoro	0,206555	0,022884	0,002031	0,000215	0,000006	0,343197
Tuban	0,265633	0,042383	0,004323	0,000502	0,000020	0,104028
Lamongan	0,847884	0,309168	0,069119	0,014675	0,001141	0,192866
Gresik	1,000000	0,621058	0,218075	0,065296	0,007818	0,116977
Bangkalan	0,621058	1,000000	0,734015	0,383358	0,098739	0,014696
Sampang	0,218075	0,734015	1,000000	0,836030	0,391305	0,001977
Pamekasan	0,065296	0,383358	0,836030	1,000000	0,734814	0,000293
Sumenep	0,007818	0,098739	0,391305	0,734814	1,000000	0,000010
Kota Kediri	0,116977	0,014696	0,001977	0,000293	0,000010	1,000000
Kota Blitar	0,048695	0,007387	0,001346	0,000254	0,000010	0,757176
Kota Malang	0,129027	0,060919	0,026807	0,009858	0,000986	0,304228
Kota Probolinggo	0,086939	0,168965	0,216148	0,177421	0,055234	0,016227
Kota Pasuruan	0,320132	0,342428	0,248829	0,132195	0,025218	0,089248
Kota Mojokerto	0,713527	0,290059	0,085446	0,022686	0,001960	0,411849
Kota Madiun	0,026361	0,001235	0,000066	0,000005	0,000000	0,450337
Kota Surabaya	0,863246	0,754735	0,378013	0,149047	0,023694	0,096216
Kota Batu	0,252985	0,102585	0,036730	0,011479	0,001008	0,460653

Lampiran 4. (Lanjutan)

Kab/Kota	Kota Blitar	Kota Malang	Kota Probolinggo	Kota Pasuruan
Pacitan	0,059328	0,002017	0,000005	0,000089
Ponorogo	0,254770	0,023565	0,000204	0,002499
Trenggalek	0,423913	0,047433	0,000475	0,003961
Tulungagung	0,796625	0,187049	0,004683	0,025921
Blitar	0,982608	0,589866	0,045868	0,137949
Kediri	0,798303	0,390000	0,026347	0,127761
Malang	0,521478	0,942663	0,280097	0,424525
Lumajang	0,065324	0,453998	0,690158	0,445300
Jember	0,001454	0,039237	0,297610	0,072239
Banyuwangi	0,000005	0,000520	0,019976	0,001736
Bondowoso	0,000096	0,006838	0,186169	0,034165
Situbondo	0,000026	0,002725	0,124368	0,021138
Probolinggo	0,018169	0,247907	0,938605	0,533810
Pasuruan	0,194101	0,761603	0,664986	0,957890
Sidoarjo	0,131376	0,439576	0,351765	0,785188
Mojokerto	0,312788	0,544744	0,190573	0,574024
Jombang	0,403086	0,387631	0,066041	0,290253
Nganjuk	0,418006	0,159619	0,008698	0,064378
Madiun	0,238800	0,040393	0,000811	0,009720
Magetan	0,087284	0,006577	0,000049	0,000930
Ngawi	0,040036	0,003365	0,000031	0,000713
Bojonegoro	0,088741	0,030051	0,001603	0,019004
Tuban	0,018016	0,009334	0,000931	0,011982
Lamongan	0,063477	0,088926	0,027802	0,155638
Gresik	0,048695	0,129027	0,086939	0,320132
Bangkalan	0,007387	0,060919	0,168965	0,342428
Sampang	0,001346	0,026807	0,216148	0,248829
Pamekasan	0,000254	0,009858	0,177421	0,132195
Sumenep	0,000010	0,000986	0,055234	0,025218
Kota Kediri	0,757176	0,304228	0,016227	0,089248
Kota Blitar	1,000000	0,508268	0,032702	0,113658
Kota Malang	0,508268	1,000000	0,346797	0,587528
Kota Probolinggo	0,032702	0,346797	1,000000	0,741503
Kota Pasuruan	0,113658	0,587528	0,741503	1,000000
Kota Mojokerto	0,260587	0,420888	0,138190	0,477140
Kota Madiun	0,162495	0,019933	0,000271	0,003956
Kota Surabaya	0,057747	0,231394	0,245716	0,600340
Kota Batu	0,557899	0,910227	0,265224	0,598623

Lampiran 4. (Lanjutan)

Kab/Kota	Kota Mojokerto	Kota Madiun	Kota Surabaya	Kota Batu
Pacitan	0,002926	0,340579	0,000122	0,003929
Ponorogo	0,042186	0,762506	0,003731	0,044611
Trenggalek	0,037134	0,423779	0,003118	0,068334
Tulungagung	0,125316	0,346592	0,017122	0,239657
Blitar	0,252090	0,112318	0,060291	0,602648
Kediri	0,482220	0,360649	0,126671	0,563851
Malang	0,259180	0,013675	0,121985	0,758314
Lumajang	0,069469	0,000269	0,073972	0,268777
Jember	0,002394	0,000001	0,005388	0,015409
Banyuwangi	0,000011	0,000000	0,000053	0,000131
Bondowoso	0,000698	0,000000	0,003488	0,002876
Situbondo	0,000375	0,000000	0,002626	0,001213
Probolinggo	0,065869	0,000076	0,127680	0,163408
Pasuruan	0,513857	0,007007	0,510732	0,751923
Sidoarjo	0,817406	0,017031	0,912169	0,602371
Mojokerto	0,976672	0,069448	0,682591	0,784503
Jombang	0,903038	0,203272	0,440645	0,639739
Nganjuk	0,463792	0,612595	0,124124	0,307415
Madiun	0,151721	0,960869	0,024247	0,090860
Magetan	0,030641	0,915910	0,002909	0,017051
Ngawi	0,030909	0,816548	0,003691	0,010649
Bojonegoro	0,278395	0,531114	0,088857	0,083721
Tuban	0,192552	0,181514	0,099263	0,032000
Lamongan	0,676319	0,086447	0,561196	0,204174
Gresik	0,713527	0,026361	0,863246	0,252985
Bangkalan	0,290059	0,001235	0,754735	0,102585
Sampang	0,085446	0,000066	0,378013	0,036730
Pamekasan	0,022686	0,000005	0,149047	0,011479
Sumenep	0,001960	0,000000	0,023694	0,001008
Kota Kediri	0,411849	0,450337	0,096216	0,460653
Kota Blitar	0,260587	0,162495	0,057747	0,557899
Kota Malang	0,420888	0,019933	0,231394	0,910227
Kota Probolinggo	0,138190	0,000271	0,245716	0,265224
Kota Pasuruan	0,477140	0,003956	0,600340	0,598623
Kota Mojokerto	1,000000	0,084827	0,706092	0,665845
Kota Madiun	0,084827	1,000000	0,011120	0,048018
Kota Surabaya	0,706092	0,011120	1,000000	0,363315
Kota Batu	0,665845	0,048018	0,363315	1,000000



Lampiran 5. Hasil Pendugaan Parameter Model GWR

No	Kabupaten/Kota	$\widehat{\beta}_0$	$\widehat{\beta}_1$	$\widehat{\beta}_2$	$\widehat{\beta}_3$
1	Pacitan	47,1433	-0,8825	-0,4143	0,6126
2	Ponorogo	32,7283	-0,7498	-0,0996	0,6204
3	Trenggalek	44,1503	-0,8827	-0,1458	0,5971
4	Tulungagung	31,5131	-0,7041	-0,0675	0,5652
5	Blitar	1,5745	-0,2565	-0,1999	0,5389
6	Kediri	11,5294	-0,5145	0,1827	0,6140
7	Malang	27,7353	-0,5516	-0,2941	0,4602
8	Lumajang	113,4289	-1,3667	-0,9802	0,1020
9	Jember	176,1194	-1,9385	-1,8431	-0,1354
10	Banyuwangi	81,8170	-1,2358	-0,0704	0,2599
11	Bondowoso	105,7115	-1,2688	-1,5103	0,2166
12	Situbondo	64,2059	-0,7857	-1,7740	0,4221
13	Probolinggo	115,9498	-1,4104	-1,1679	0,1584
14	Pasuruan	30,3597	-0,8964	0,5830	0,6603
15	Sidoarjo	7,6725	-0,7955	1,0176	0,8541
16	Mojokerto	0,3648	-0,6634	1,0221	0,8091
17	Jombang	5,1484	-0,6552	0,8591	0,7532
18	Nganjuk	25,2679	-0,7633	0,4123	0,6422
19	Madiun	25,8671	-0,7140	0,1644	0,6315
20	Magetan	25,3960	-0,6485	-0,1130	0,6242
21	Ngawi	25,9656	-0,6716	-0,0431	0,6263
22	Bojonegoro	39,5557	-1,0727	0,8025	0,6997
23	Tuban	61,9587	-1,6453	1,8127	0,8050
24	Lamongan	34,7296	-1,3130	1,7869	0,8676
25	Gresik	17,4859	-0,9829	1,1859	0,8936
26	Bangkalan	20,9776	-0,4649	-1,2602	0,7462
27	Sampang	30,2124	-0,3009	-2,4799	0,6573
28	Pamekasan	25,0769	-0,1511	-2,9433	0,6690
29	Sumenep	14,0749	0,0646	-3,3545	0,6930
30	Kota Kediri	17,6200	-0,5872	0,1655	0,6052



Lampiran 5. (Lanjutan)

31	Kota Blitar	5,4836	-0,3314	-0,1301	0,5525
32	Kota Malang	20,9279	-0,5911	0,0606	0,5542
33	Kota Probolinggo	86,5059	-1,2261	-0,6316	0,3411
34	Kota Pasuruan	32,0184	-0,9319	0,5515	0,6875
35	Kota Mojokerto	2,2469	-0,7309	1,1663	0,8319
36	Kota Madiun	24,8280	-0,6809	0,0671	0,6319
37	Kota Surabaya	10,0808	-0,7764	0,6922	0,8721
38	Kota Batu	4,8755	-0,5043	0,3842	0,6614



Lampiran 6. Hasil Pendugaan Parameter *Robust* dengan *M-Estimation*

No	Kabupaten/Kota	$\widehat{\beta}_0'$	$\widehat{\beta}_1'$	$\widehat{\beta}_2'$	$\widehat{\beta}_3'$
1	Pacitan	43,8161	-0,8408	-0,4138	0,6184
2	Ponorogo	28,6759	-0,7181	-0,0424	0,6392
3	Trenggalek	38,8298	-0,8471	-0,0535	0,6256
4	Tulungagung	28,1004	-0,7178	0,0955	0,6076
5	Blitar	0,2168	-0,2905	-0,0499	0,5741
6	Kediri	9,7965	-0,5590	0,3713	0,6605
7	Malang	18,6561	-0,4276	-0,3294	0,4730
8	Lumajang	92,1471	-1,1309	-0,9064	0,1698
9	Jember	140,8516	-1,6565	-1,2278	0,0033
10	Banyuwangi	58,6628	-1,0550	0,4213	0,3366
11	Bondowoso	74,3348	-1,0183	-0,9222	0,3298
12	Situbondo	38,1748	-0,5970	-1,2009	0,5183
13	Probolinggo	83,9801	-1,0869	-0,9193	0,2679
14	Pasuruan	20,8560	-0,7508	0,4551	0,6762
15	Sidoarjo	1,0146	-0,6752	0,8325	0,8644
16	Mojokerto	-5,7036	-0,5955	0,9984	0,8384
17	Jombang	0,5244	-0,6397	0,9526	0,7965
18	Nganjuk	20,9471	-0,7627	0,5609	0,6852
19	Madiun	22,0797	-0,6977	0,2569	0,6572
20	Magetan	23,1169	-0,6281	-0,0888	0,6332
21	Ngawi	24,1359	-0,6588	-0,0091	0,6345
22	Bojonegoro	32,8177	-1,0023	0,8209	0,7254
23	Tuban	48,6161	-1,4459	1,6425	0,8264
24	Lamongan	24,3876	-1,1520	1,5952	0,8913
25	Gresik	9,4449	-0,8266	0,9095	0,9029
26	Bangkalan	14,5321	-0,3445	-1,4522	0,7538
27	Sampang	24,1615	-0,2198	-2,5167	0,6723
28	Pamekasan	20,0493	-0,0915	-2,9309	0,6817
29	Sumenep	11,3328	0,0850	-3,2888	0,7010
30	Kota Kediri	14,9907	-0,6201	0,3549	0,6524



Lampiran 6. (Lanjutan)

31	Kota Blitar	4,8230	-0,3827	0,0421	0,5925
32	Kota Malang	12,2870	-0,4773	0,0318	0,5709
33	Kota Probolinggo	67,7444	-1,0058	-0,6300	0,4006
34	Kota Pasuruan	22,2983	-0,7749	0,3831	0,7026
35	Kota Mojokerto	-3,0848	-0,6697	1,1319	0,8589
36	Kota Madiun	21,6993	-0,6627	0,1300	0,6500
37	Kota Surabaya	3,6187	-0,6354	0,4151	0,8738
38	Kota Batu	-2,0513	-0,4321	0,4107	0,6883



Lampiran 7. Nilai t_{hit} Setiap Peubah untuk Masing-Masing Lokasi

No	Kabupaten/Kota	$t_{hit} \widehat{\beta}'_0$	$t_{hit} \widehat{\beta}'_1$	$t_{hit} \widehat{\beta}'_2$	$t_{hit} \widehat{\beta}'_3$
1	Pacitan	0,518065	-0,90953	-0,23733	1,903426
2	Ponorogo	0,435448	-0,97095	-0,02969	2,174647
3	Trenggalek	0,594068	-1,15281	-0,03797	2,126289
4	Tulungagung	0,465342	-1,07096	0,077177	2,194833
5	Blitar	0,004419	-0,56435	-0,04141	2,00428
6	Kediri	0,194298	-0,99039	0,336633	2,784092
7	Malang	0,475737	-1,15712	-0,24707	1,718635
8	Lumajang	2,088604	-3,11211	-0,8192	0,633487
9	Jember	2,747702	-3,20345	-0,9097	0,013002
10	Banyuwangi	0,601752	-1,15444	0,163633	0,697868
11	Bondowoso	1,120078	-1,50794	-0,56888	1,18082
12	Situbondo	0,578157	-0,89501	-0,7436	1,903693
13	Probolinggo	2,084266	-3,0185	-1,03489	1,194415
14	Pasuruan	0,58172	-2,25369	0,425526	3,079883
15	Sidoarjo	0,027469	-1,86334	0,809083	3,85219
16	Mojokerto	-0,14953	-1,49038	0,922721	3,561532
17	Jombang	0,012417	-1,38087	0,89396	3,440368
18	Nganjuk	0,381591	-1,19833	0,503929	2,984401
19	Madiun	0,34922	-0,95447	0,198786	2,418944
20	Magetan	0,331803	-0,78543	-0,05867	2,086743
21	Ngawi	0,324861	-0,73668	-0,00562	2,046716
22	Bojonegoro	0,532377	-1,33073	0,58994	2,944757
23	Tuban	0,78296	-1,83696	0,957836	3,198377
24	Lamongan	0,487168	-2,18156	1,126835	3,19225
25	Gresik	0,203503	-1,94391	0,693922	3,249035
26	Bangkalan	0,340932	-0,80827	-1,31552	3,337609
27	Sampang	0,589726	-0,50597	-2,13006	3,265797
28	Pamekasan	0,417485	-0,17946	-2,33891	3,047228
29	Sumenep	0,197307	0,134199	-2,45071	2,948435
30	Kota Kediri	0,281158	-1,03079	0,317192	2,737234

Lampiran 7. (Lanjutan)

31	Kota Blitar	0,093986	-0,69775	0,035711	2,129782
32	Kota Malang	0,329379	-1,32636	0,025433	2,258536
33	Kota Probolinggo	1,743555	-2,94623	-0,72122	1,845512
34	Kota Pasuruan	0,627819	-2,34929	0,396084	3,394068
35	Kota Mojokerto	-0,0774	-1,59931	1,029203	3,567636
36	Kota Madiun	0,329505	-0,87054	0,094286	2,267603
37	Kota Surabaya	0,090558	-1,70748	0,386176	3,692077
38	Kota Batu	-0,0559	-1,14891	0,355792	2,880561

Keterangan : Warna kuning menandakan peubah tersebut signifikan pada lokasi tertentu



Lampiran 8. Nilai *Residual* dan Koefisien Determinasi Setiap Lokasi

No	Kabupaten/Kota	ε_i	R_i^2
1	Pacitan	0,384	0,926
2	Ponorogo	0,780	0,887
3	Trenggalek	1,157	0,852
4	Tulungagung	-1,643	0,829
5	Blitar	-1,148	0,843
6	Kediri	2,661	0,822
7	Malang	0,702	0,856
8	Lumajang	-2,258	0,804
9	Jember	-1,712	0,755
10	Banyuwangi	-0,030	0,865
11	Bondowoso	-0,749	0,829
12	Situbondo	-0,558	0,870
13	Probolinggo	4,393	0,830
14	Pasuruan	-2,387	0,870
15	Sidoarjo	1,167	0,895
16	Mojokerto	-1,826	0,862
17	Jombang	-3,105	0,835
18	Nganjuk	-0,572	0,825
19	Madiun	0,145	0,876
20	Magetan	0,115	0,930
21	Ngawi	-0,431	0,942
22	Bojonegoro	-0,118	0,860
23	Tuban	1,280	0,867
24	Lamongan	2,534	0,867
25	Gresik	0,502	0,905
26	Bangkalan	0,604	0,957
27	Sampang	1,666	0,970
28	Pamekasan	-0,005	0,974
29	Sumenep	0,354	0,984
30	Kota Kediri	1,105	0,821



Lampiran 8. (Lanjutan)

31	Kota Blitar	0,622	0,837
32	Kota Malang	-0,797	0,857
33	Kota Probolinggo	-0,704	0,854
34	Kota Pasuruan	-1,244	0,882
35	Kota Mojokerto	-0,167	0,861
36	Kota Madiun	-0,325	0,901
37	Kota Surabaya	1,059	0,917
38	Kota Batu	-2,432	0,856



Lampiran 9. Source Code

```
library("sp", lib.loc=~R/win-library/3.4")
library("spdep", lib.loc=~R/win-library/3.4")
library("spgwr", lib.loc=~R/win-library/3.4")
library("rgdal", lib.loc=~R/win-library/3.4")
library("olsrr", lib.loc=~R/win-library/3.4")

jatim <- readOGR(dsn="E:",layer = "PROVINSI_JAWA_TIMUR_UTM")

pts<-getSpatialPolygonsLabelPoints(jatim)
p<-Polygon(pts, hole=as.logical(NA))
ps<-Polygons(list(p),1)
sps<-SpatialPolygons(list(ps))
nb<-knn2nb(knearneigh(pts))
K.nb<-nb2listw(nb)
errorK <- errorsarlm(KEMISKINAN ~ AHH + AHS + MAKAN, data=jatim, listw = K.nb)
bptest.sarlm(errorK, studentize = FALSE, data=jatim)
bwK <- gwr.sel(KEMISKINAN ~ AHH + AHS + MAKAN, data = jatim, method = "cv",
gweight = gwr.Gauss, longlat = FALSE, verbose = TRUE)
gwrK <- gwr(KEMISKINAN ~ AHH + AHS + MAKAN, data=jatim, bandwidth=bwK,
gweight=gwr.Gauss, hatmatrix = TRUE, longlat=FALSE, se.fit=TRUE, cl=NULL,
predictions = TRUE, fittedGWRobject = TRUE, se.fit.CCT = TRUE)

regK<- lm(KEMISKINAN ~ AHH + AHS + MAKAN, data=jatim)
ols_plot_dffits(regK)

x<-as.data.frame(gwrK$SDF)
B<-cbind(x$X.Intercept.,x$AHH ,x$AHS, x$MAKAN)
X<-cbind(1, jatim$AHH, jatim$AHS, jatim$MAKAN)
satu<-matrix(1,4,1)
ydug<-(B*X)%*%satu
Y<-cbind(jatim$KEMISKINAN)
E<-Y-ydug
ea<-10^(-3)
c<-0.3
vartopi<-(median(abs(E-median(E)))/0.6745)
error<-matrix(0,38,1)
for(i in 1:length(E)) {error[i]<-E[i]/vartopi}
W<-matrix(0,38,38)
options(max.print = 1000000)
for(i in 1:length(E)) { if(abs(error[i])<=Inf) W[i,i]<-exp(-c*abs(error[i])) else 0}
dist<-matrix(0,38,38)
for(i in 1:38) dist[,i]<-spDistsN1(pts, pts[i], longlat=FALSE)
weight<-matrix(0,38,38)
for(i in 1:38) weight[,i]<-gwr.Gauss(dist[,i]^2, bwK)
source('~R/skrip/nyobak/bobotspasial.R')
wspas1<-wspasial(1,weight)
```

```
wspas2<-wspasial(2,weight)
wspas3<-wspasial(3,weight)
:
wspas37<-wspasial(37,weight)
wspas38<-wspasial(38,weight)
```

```
source('~R/skrip/RGWR/irls.R')
```

```
beta1<-IRLS(1, ea, wspas1, W, X, Y, B, E, error, c)
beta2<-IRLS(2, ea, wspas2, W, X, Y, B, E, error, c)
beta3<-IRLS(3, ea, wspas3, W, X, Y, B, E, error, c)
```

```
:
beta37<-IRLS(37, ea, wspas37, W, X, Y, B, E, error, c)
beta38<-IRLS(38, ea, wspas38, W, X, Y, B, E, error, c)
newbeta<cbind(beta1,beta2,beta3,beta4,beta5,beta6,beta7,beta8,beta9,beta10,beta11,beta12,
beta13,beta14,beta15,beta16,beta17,beta18,beta19,beta20,beta21,beta22,beta23,beta24,beta2
5,beta26,beta27,beta28,beta29,beta30,beta31,beta32,beta33,beta34,beta35,beta36,beta37,bet
a38)
```

```
beta<-t(newbeta)
Yduga<-(beta*X)%*%satu
```

```
source('~R/skrip/RGWR/bobotakhirrgwr.R')
```

```
bobot1<- bobotakhir(1, ea, wspas1, W, X, Y, B, E, error, c)
bobot2<- bobotakhir(2, ea, wspas2, W, X, Y, B, E, error, c)
bobot3<- bobotakhir (3, ea, wspas3, W, X, Y, B, E, error, c)
:
bobot37<- bobotakhir (37, ea, wspas37, W, X, Y, B, E, error, c)
bobot38<- bobotakhir (38, ea, wspas38, W, X, Y, B, E, error, c)
```

```
S1<-X[1,]%*%solve(t(X)%*%wspas1)%*%bobot1)%*%t(X)%*%wspas1)%*%bobot1
S2<-X[2,]%*%solve(t(X)%*%wspas2)%*%bobot2)%*%t(X)%*%wspas2)%*%bobot2
S3<-X[3,]%*%solve(t(X)%*%wspas3)%*%bobot3)%*%t(X)%*%wspas3)%*%bobot3
:
S37<-X[37,]%*%solve(t(X)%*%wspas37)%*%bobot37)%*%t(X)%*%wspas37)%*%bobot37
S38<-X[38,]%*%solve(t(X)%*%wspas38)%*%bobot38)%*%t(X)%*%wspas38)%*%bobot38
S<-rbind(S1,S2,S3,S4,S5,S6,S7,S8,S9,S10,S11,S12,S13,S14,S15,S16,S17,S18,S19,S20,S21,S22,S23,S2
4,S25,S26,S27,S28,S29,S30,S31,S32,S33,S34,S35,S36,S37,S38)
```

```
I<-diag(38)
RSSrgwr<-t(Y)%*%t((I-S))%*(I-S)%*%Y
H<-X)%*%solve(t(X)%*%X)%*%t(X)
RSSolr<-t(Y)%*(I-H)%*%Y
v1<-sum(diag(t((I-S))%*(I-S)))
v2<-sum(diag((t(I-S)%*(I-S))%*(t(I-S)%*(I-S))))
db1=38-3-1-v1
db2=38-3-1-2*v1+v2
Fhit<-((RSSolr-RSSrgwr)/db1)/(RSSrgwr/v1)
```

```
library("stats", lib.loc="C:/Program Files/R/R-3.4.4/library")
```



```

qf(0.05, db1^2/db2, 38-3-1, lower.tail = FALSE)
df(Fhit,db1^2/db2, 38-3-1 )
sigmatopi<-RSSrgwr/v1

```

```

source('~R/skrip/nyobak/thitung.R')
thit1<-thitung(beta1,X,W,wspas1,sigmatopi)
thit2<-thitung(beta2,X,W,wspas2,sigmatopi)
thit3<-thitung(beta3,X,W,wspas3,sigmatopi)
:
thit36<-thitung(beta36,X,W,wspas36,sigmatopi)
thit37<-thitung(beta37,X,W,wspas37,sigmatopi)
thit38<-thitung(beta38,X,W,wspas38,sigmatopi)
thit<-rbind(thit1,thit2,thit3,thit4,thit5,thit6,thit7,thit8,thit9,thit10,thit11,thit12,thit13,thit14,thit15,thit16,thit17,thit18,thit19,thit20,thit21,thit22,thit23,thit24,thit25,thit26,thit27,thit28,thit29,thit30,thit31,thit32,thit33,thit34,thit35,thit36,thit37,thit38)
qt(0.025, 38-3-1, lower.tail = FALSE)

```

```

E2<-Y-Yduga
ks.test(E2,"pnorm")

```

```

source('~R/skrip/nyobak/koefdeterminasi.R')
R1 <-determinasi(wspas1)
R2 <-determinasi(wspas2)
R3 <-determinasi(wspas3)
:
R37 <-determinasi(wspas37)
R38 <-determinasi(wspas38)
Ri2<-rbind( R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38)

```

➤ Fungsi wspasial

```

wspasial<-function(j,weight){
  wspas<-matrix(0,38,38)
  for(i in 1:38) wspas[i,i]<-(cbind(weight[,j]))[i]
  return(wspas)
}

```

➤ Fungsi IRLS

```

IRLS<-function(j, ea, wspas, W, X, Y, B, E, error, c) {
  beta<-
  solve(t(X)%*%W%*%wspas%*%X)%*%t(X)%*%W%*%wspas%*%Y
  selisih<-max(abs(beta-cbind(B[j,])))
  while (selisih>ea) {
    B[j,]<-beta
    E[j]<-Y[j]-t(X[j,])%*%B[j,]
  }
}

```

```

vartopi<-(median(abs(E-median(E)))/0.6745)
error[j]<-E[j]/vartopi
for(i in 1:38) { if(abs(error[i])<=Inf) W[i,i]<-exp(-c*abs(error[i])) else 0}
beta<-
solve(t(X)%*%W%*%wspas%*%X)%*%t(X)%*%W%*%wspas%*%Y
selisih<-max(abs(beta-cbind(B[j,])))
selisih}
B[j,]<-beta
return(B[j,])
}

```

➤ Fungsi bobotakhir

```

bobotakhir<-function(j, ea, wspas, W, X, Y, B, E, error, c) {
  beta<-
  solve(t(X)%*%wspas%*%W%*%X)%*%t(X)%*%wspas%*%W%*%Y
  selisih<-max(abs(beta-cbind(B[j,])))
  while (selisih>ea) {
    B[j,]<-beta
    E[j]<-Y[j]-t(X[j,])%*%B[j,]
    vartopi<-(median(abs(E-median(E)))/0.6745)
    error[j]<-E[j]/vartopi
    for(i in 1:38) { if(error[i]<=Inf) W[i,i]<-exp(-c*abs(error[i])) else 0}
    beta<-
    solve(t(X)%*%wspas%*%W%*%X)%*%t(X)%*%wspas%*%W%*%Y
    selisih<-max(abs(beta-cbind(B[j,])))
    Wi<-W}
  return(Wi)
}

```

➤ Fungsi thitung

```

thitung<-function(beta,X,bobot,wspas,sigmatopi){
  C<-solve(t(X)%*%(bobot*wspas)%*%X)%*%t(X)%*%(bobot*wspas)
  CC<-C%*%t(C)
  thit<-beta/(sqrt(c(sigmatopi)*(diag(CC))))
  return(t(thit))
}

```

➤ Fungsi Determinasi

```

determinasi<-function(wspas){
  RSSw<-sum(wspas%*%(Y-Yduga)^2)
  TSSw<-sum(wspas%*%(Y-mean(Y))^2)
  Ri2<-(TSSw-RSSw)/TSSw
  return(Ri2)
}

```

