PEMODELAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION* DENGAN FUNGSI PEMBOBOT *ADAPTIVE BISQUARE* PADA KASUS KUSTA DI PULAU KALIMANTAN TAHUN 2018

SKRIPSI

Fatma Wati
NIM. 1607015002

PROGRAM STUDI STATISTIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA
2020

PEMODELAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION* DENGAN FUNGSI PEMBOBOT *ADAPTIVE BISQUARE* PADA KASUS KUSTA DI PULAU KALIMANTAN TAHUN 2018

SKRIPSI

Diajukan kepada
Program Studi Statistika Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Mulawarman untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Statistika

Oleh :

Fatma Wati
NIM. 1607015002

PROGRAM STUDI STATISTIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA
2020

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Sarjana berjudul **Pemodelan *Geographically Weighted Poisson Regression* dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Bisquare* pada Kasus Kusta di Pulau Kalimantan Tahun 2018** oleh **Fatma Wati** telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 4 Maret 2020.

SUSUNAN TIM PEMBIMBING

Menyetujui,

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Dr. Suyitno, S.Pd., M.Sc	**Memi Nor Hayati, S.Si, M.Si**
NIP. 19641115 199010 1 001	**NIP. 19880503 201404 2 001**

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Mulawarman,

Dr. Eng. Idris Mandang, M.Si
NIP. 19711008 199802 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi yang berjudul "Pemodelan *Geographically Weighted Poisson Regression* dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Bisquare* pada Kasus Kusta di Pulau Kalimantan Tahun 2018" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademik dikemudian hari apabila peryataan yang dibuat ini tidak benar.

Samarinda, 4 Maret 2020

Fatma Wati

ABSTRAK

Model *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR) adalah pengembangan dari model regresi Poisson yang diaplikasikan pada data spasial. Penaksiran parameter model GWPR dilakukan pada setiap lokasi pengamatan menggunakan pembobot spasial. Tujuan penelitian ini adalah menentukan model GWPR dan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus kusta di setiap kabupaten/kota di Pulau Kalimantan pada tahun 2018. Pembobot spasial diperoleh menggunakan fungsi kernel *adaptive bisquare* dan *bandwidth* optimum ditentukan menggunakan kriteria *Generalized Cross-Validation* (GCV). Data penelitian ini adalah data sekunder yaitu jumlah kasus kusta di 56 kabupaten/kota di Pulau Kalimantan pada tahun 2018. Metode penaksiran parameter model GWPR adalah *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa hampiran penaksir *maximum likelihood* diperoleh menggunakan metode iterasi Newton-Raphson dan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus kusta di setiap kabupaten/kota adalah berbeda-beda (bersifat lokal). Faktor-faktor yang berpengaruh secara lokal adalah jumlah sarana kesehatan, jumlah tenaga kesehatan, jumlah penduduk laki-laki dan kepadatan penduduk.

Kata Kunci : *Adaptive bisquare*, GCV, GWPR, kusta, MLE

ABSTRACT

Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR) model is a regression model developed from Poisson regression which is applied to spatial data. Parameter estimation of the GWPR model is done at each observation location using spatial weighting. This study goal is to obtain the GWPR model and the factors influencing the number of leprosy cases in each regency(municipality) on Kalimantan Island in 2018. Spatial weighting was obtained by using the adaptive bisquare kernel function and optimal bandwidth was determined by using Generalized Cross-Validation (GCV) criteria. The data of this study was secondary data namely the number of leprosy cases in 56 regency on Kalimantan Island in 2018. The parameter estimation method of GWPR model is Maximum Likelihood Estimation (MLE). The results of analysis showed that maximum likelihood estimator is obtained by using the Newton-Raphson iterative method and the factors affecting the number of leprosy cases in each regency were different and locally. The factors influencing locally were the number of health facilities, the number of health workers, the number of male population and population density.

Keywords ***:*** *Adaptive bisquare, GCV, GWPR, leprosy, MLE*

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **"Pemodelan *Geographically Weighted Poisson Regression* dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Bisquare* pada Kasus Kusta di Pulau Kalimantan Tahun 2018"**. Skripsi ini disusun dengan tujuan memenuhi persyaratan mata kuliah skripsi untuk memperoleh gelar Sarjana Statistika. Skripsi ini disusun semaksimal mungkin dan mendapatkan bimbingan, bantuan dan dukungan dari beberapa pihak sehingga dapat memperlancar penyusunan skripsi, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Idris Mandang, M.Si selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman.
2. Ibu Dr. Sifriyani, S.Pd, M.Si selaku Koordinator Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman
3. Bapak Dr. Suyitno. S.Pd, M.Sc selaku Pembimbing I dan Ibu Memi Nor Hayati, M.Si selaku Pembimbing II yang berperan besar dalam memberikan bimbingan dan masukan dalam proses penulisan dan penyusunan skripsi dari awal hingga selesai
4. Ibu Dr. Sri Wahyuningsih, M.Si selaku Penguji I dan Bapak Fidia Deny Tisna Amijaya, M.Si selaku Penguji II yang telah bersedia memberikan kritik dan saran dalam perbaikan penyusunan skripsi
5. Bapak dan ibu dosen Program Studi Statistika yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman.
6. Staf akademik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah membantu proses administrasi selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi selesai
7. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia yang telah memberikan bantuan biaya pendidikan berupa Beasiswa Bidikmkisi kepada penulis sejak awal perkuliahan hingga selesai

8. Orang tua penulis yang selalu mendukung baik secara materil dan spiritual, serta keluarga besar yang senantiasa mendukung dan memotivasi penulis selama menempuh bangku kuliah
9. Teman-teman seperjuangan (Novia, Nida, Nura, Nabila, Ulfah, Vivi) dan teman-teman angkatan 2016 yang telah memberikan bantuan, dukungan maupun tempat berdiskusi selama penyusunan skripsi
10. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis selama menempuh pendidikan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

Penulis menyadari pengetahuan yang masih sangat terbatas dalam penyusunan skripsi ini, oleh karena itu penulis memohon maaf jika ada kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Penulis bersedia menerima kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar penelitian ini lebih baik dan bermanfaat.

Samarinda, 4 Maret 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI ..... **iii**
ABSTRAK ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR GAMBAR ..... **xii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiii**
DAFTAR SIMBOL ..... **xiv**
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Batasan Masalah 6
1.3 Rumusan Masalah 6
1.4 Tujuan Penelitian 6
1.5 Manfaat Penelitian 7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **8**
2.1 *Generalized Linear Model* 8
2.2 Distribusi Poisson 10
2.3 Model Regresi Poisson 10
2.3.1 Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson 12
2.3.2 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson 15
2.4 Pendeteksian Multikolinieritas 17
2.5 Pengujian Heterogenitas Spasial 18
2.6 Pembobot Spasial Model GWR 19

2.7 Penentuan *Bandwidth* Optimum 21
2.8 Model *Geographically Weighted Poisson Regression* 23
2.8.1 Penaksiran Parameter Model GWPR 23
2.8.2 Pengujian Kesamaan Model Regresi Poisson dan Model GWPR 26
2.8.3 Pengujian Parameter Model GWPR 27
2.9 Ukuran Kebaikan Model 29
2.10 Interpretasi Model GWPR 30
2.11 Pengertian Kusta 31
2.11.1 Faktor Penyebab Kusta 33
BAB III METODE PENELITIAN 34
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 34
3.2 Rancangan Penelitian dan Sumber Data Penelitian 34
3.3 Populasi, Teknik *Sampling* dan Sampel Penelitian 34
3.4 Variabel Penelitian 35
3.5 Teknik Analisis Data 36
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 40
4.1 Data Penelitian 41
4.2 Analisis Statistik Deskriptif 41
4.2.1 Jumlah Kasus Kusta 42
4.2.2 Jumlah Sarana Kesehatan 43
4.2.3 Jumlah Tenaga Kesehatan 44
4.2.4 Jumlah Penduduk Laki-Laki 45
4.2.5 Kepadatan Penduduk 46
4.3 Pendeteksian Multikolinieritas 47
4.4 Pemodelan Regresi Poisson 47
4.4.1 Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson 47
4.4.2 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson Serentak 48
4.4.3 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson Parsial 49
4.5 Pengujian Heterogenitas Spasial 50
4.6 Pemodelan GWPR 51

4.6.1 Perhitungan Jarak *Euclidean* 51
4.6.2 Penentuan *Bandwidth* Optimum 53
4.6.3 Penaksiran Parameter Model GWPR 58
4.6.4 Pengujian Kesamaan Model Regresi Poisson dan GWPR .. 60
4.6.5 Pengujian Parameter Model GWPR Secara Serentak 60
4.6.6 Pengujian Parameter Model GWPR Secara Parsial 60
4.7 Interpretasi Model GWPR 71
BAB V PENUTUP 78
5.1 Kesimpulan 78
5.2 Saran 79
DAFTAR PUSTAKA 80
LAMPIRAN 84
RIWAYAT HIDUP 121

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3.1	Variabel Penelitian	35
Tabel 4.1	Statistik Deskriptif Variabel Penelitian	40
Tabel 4.2	Nilai VIF Variabel Prediktor	47
Tabel 4.3	Nilai Taksiran Parameter Model Regresi Poisson	48
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Parameter Model Regresi Poisson Serentak	49
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Parameter Model Regresi Poisson Parsial	50
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Hetreogenitas Spasial	51
Tabel 4.7	Jarak *Euclidean*	52
Tabel 4.8	*Bandwidth* Optimum dan Pembobot Spasial	56
Tabel 4.9	Nilai Taksiran Parameter Model GWPR	58
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Kesamaan Model Regresi Poisson dan GWPR	59
Tabel 4.11	Hasil Pengujian Parameter Model GWPR Secara Serentak	60
Tabel 4.12	Hasil Pengujian Parameter Model GWPR Secara Parsial	61
Tabel 4.13	Pengelompokkan Kabupaten/Kota Berdasarkan Variabel Prediktor yang berpengaruh	68
Tabel 4.14	Nilai Taksiran Parameter, Rasio dan Kenaikan	71

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 3.1 Tahapan Analisis 38

Gambar 4.1 Persebaran Jumlah Kasus Kusta di Pulau Kalimantan 42

Gambar 4.2 Persebaran Jumlah Sarana Kesehatan di Pulau Kalimantan..... 43

Gambar 4.3 Persebaran Jumlah Tenaga Kesehatan di Pulau Kalimantan.... 44

Gambar 4.4 Persebaran Jumlah Penduduk Laki-Laki di Pulau Kalimantan 45

Gambar 4.5 Persebaran Kepadatan Penduduk di Pulau Kalimantan..... 46

Gambar 4.6 Grafik *Bandwidth* Optimum Lokasi ke-1 54

Gambar 4.7 Grafik Penentuan *Bandwidth* Optimum Lokasi ke-2 55

Gambar 4.8 Pengelompokkan Kabupaten/Kota Berdasarkan Variabel Prediktor yang berpengaruh 70

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 Data Penelitian 84
Lampiran 2 Sintaks dan *Output* Analisis Statistik Deskriptif..... 87
Lampiran 3 Sintaks dan *Output* Pendeteksian Multikolinieritas 88
Lampiran 4 Sintaks Program *Octave* Pemodelan Regresi Poisson 89
Lampiran 5 *Output* Program *Octave* Pemodelan Regresi Poisson 91
Lampiran 6 Sintaks dan *Output* Pengujian Heterogenitas Spasial
Lampiran 7 Sintaks Program *Octave* Pemilihan *Bandwidth* Optimum..... 84
Lampiran 8 Sintaks Program *Octave* Pemodelan GWPR 95
Lampiran 9 *Output* Program *Octave* Perhitungan Jarak *Euclidean* 100
Lampiran 10 *Output* Program *Octave Bandwidth* Optimum dan Pembobot Spasial 107
Lampiran 11 *Output* Program *Octave* Pengujian Kesamaan Model dan Uji Serentak..... 115
Lampiran 12 Tabel Nilai Kritis Distribusi *Chi-Square* (χ^2)..... 116
Lampiran 13 Tabel Nilai Kritis Distribusi Normal Baku (*Z*) 117
Lampiran 14 Tabel Nilai Kritis Distribusi *F* (α=0,05) 118
Lampiran 15 Model GWPR Semua Kabupaten/Kota..... 119

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Arti
Y	Variabel respon
X_k	Variabel prediktor ke-*k*, dengan $k = 1, 2, \ldots, p$
n	Banyaknya data pengamatan atau lokasi pengamatan
p	Banyaknya variabel prediktor
σ^2	Variansi dari model regresi linier global
$E(Y)$	Ekspektasi dari variabel Y
$f_Y(y;\theta;\phi)$	Fungsi densitas distribusi keluarga eksponensial
θ	Parameter natural
$\boldsymbol{\eta}$	Vektor komponen sistematis *Generalized Linear Model*
$\mathbf{x}_i$	Vektor data pengamatan ke-*i* dari variabel prediktor berukuran (p + 1) dengan $i = 1, 2, \ldots, n$
x_{ik}	Data pengamatan variabel prediktor ke-*k* dengan $k = 1, 2, \ldots, p$
y_i	Data pengamatan variabel respon ke-*i* dengan $i = 1, 2, \ldots, n$
$g(.)$	Fungsi yang menghubungkan komponen random dengan komponen sistematis GLM
e	Bilangan natural pada fungsi kepadatan peluang distribusi Poisson
μ	*Mean* dari variabel respon berdistribusi Poisson
$f(y, \mu)$	Fungsi densitas distribusi Poisson
$\boldsymbol{\beta}$	Vektor parameter regresi Poisson berukuran (p + 1)
$L(\boldsymbol{\beta})$	Fungsi *likelihood* pada penaksiran parameter regresi Poisson
$\ell(\boldsymbol{\beta})$	Fungsi *log-likelihood* pada penaksiran parameter regresi Poisson

Simbol	Arti
$\hat{\boldsymbol{\beta}}$	Vektor penaksir parameter model regresi Poisson berukuran (p + 1)
β_k	Nilai parameter regresi ke-k pada penaksiran model regresi Poisson
$\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta})$	Vektor gradien pada penaksiran parameter regresi Poisson berukuran (p + 1)
$\mathbf{X}$	Matriks data pengamatan dari variabel prediktor berukuran n x (p + 1)
$\mathbf{y}$	Vektor data pengamatan dari variabel respon berukuran (n x 1)
$\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta})$	Matriks Hessian pada penaksiran parameter regresi Poisson berukuran (p + 1) x (p + 1)
$\mathbf{V}$	Matriks diagonal berukuran (n x n) pada penaksiran parameter regresi Poisson dengan elemen ke-i adalah $\exp(\hat{\mathbf{x}}_i^T\boldsymbol{\beta})$
$\mathbf{I}(\boldsymbol{\beta})$	Matriks Informasi Fisher pada penaksiran parameter regresi Poisson berukuran (p + 1) x (p + 1)
$\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m)}$	Vektor penaksir parameter model regresi Poisson pada iterasi Newton-Raphson ke-m
$\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(0)}$	Vektor nilai awal penaksir parameter *Maximum Likelihood* model regresi Poisson, yaitu $\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(0)} = \left[\begin{array}{cccc}\hat{\beta}_0^{(0)} & \hat{\beta}_1^{(0)} & \cdots & \hat{\beta}_p^{(0)}\end{array}\right]^T$
ε	bilangan non-negatif yang cukup kecil untuk menentukan kondisi konvergen pada iterasi Newton-Raphson
Ω	Himpunan parameter di bawah populasi pada model regresi Poisson

Simbol	Arti
$\hat{\Omega}$	Himpunan parameter di bawah populasi yang memaksimumkan fungsi *log-likelihood* pada model regresi Poisson
ω	Himpunan parameter di bawah H_0 pada model regresi Poisson
$\hat{\omega}$	Himpunan parameter di bawah H_0 yang memaksimumkan fungsi *log-likelihood* pada model regresi Poisson
G	Statistik uji pada pengujian parameter secara serentak model regresi Poisson
α	Taraf signifikansi
W	Statistik uji Wald pada pengujian parsial model regresi Poisson
$se(\hat{\beta}_k)$	*Standard error* penaksir parameter ke-k pada model regresi Poisson
$\text{Var}(\hat{\beta}_k)$	Elemen diagonal ke-k dari matriks Informasi Fisher pada model regresi Poisson
$Z_{\alpha/2}$	Nilai kritis tabel distribusi normal baku (Z)
VIF_k	Nilai *Varian Inflation Factor* (VIF) pada variabel prediktor ke-i pada pendeteksian multikolinieritas
R_k^2	Koefisien determinasi model regresi variabel prediktor ke-k dengan variabel prediktor lainnya
$\hat{\boldsymbol{\beta}}_c$	Vektor penaksir parameter model regresi antara variabel prediktor X_k dengan variabel prediktor lainnya
$\mathbf{X_c}$	Matriks yang diperoleh dari matriks **X** dengan menghapus kolom ke-k
$\mathbf{x}_k$	Vektor variabel prediktor ke-k berukuran (n x 1)
$\bar{x}_k$	Rata-rata variabel prediktor ke-k

Simbol	Arti
$\hat{e}$	Residual dari model regresi Poisson
e	Vektor berukuran (n x 1) yang berisi nilai mutlak residual model regresi Poisson
r	Vektor berukuran (n x 1) yang berisi nilai residual dari pemodelan regresi antara $\lvert\hat{e}\rvert$ dengan variabel-variabel prediktor pada uji Glejser
r	Residual dari pemodelan regresi antara $\lvert\hat{e}\rvert$ dengan variabel-variabel prediktor pada uji Glejser
a	Vektor parameter regresi antara $\lvert\hat{e}\rvert$ dengan variabel-variabel prediktor pada uji Glejser
F	Statistik uji Glejser pada pengujian heterogenitas spasial
d_{ij}	Jarak *Euclidean* antara lokasi (u_i, v_i) ke lokasi (u_j, v_j) dengan $i, j = 1, 2, \ldots, n$
b	*Bandwidth* yang bernilai konstan untuk setiap lokasi pengamatan
b_i	*Bandwidth* untuk penaksiran model GWR pada lokasi ke-*i*
u_i	Letak garis lintang (*latitude*) pada lokasi ke-*i*
v_i	Letak garis bujur (*longitude*) pada lokasi ke-*i*
w_{ij}	Pembobot spasial untuk model GWR pada lokasi ke-*i* yang diberikan oleh pengamatan pada lokasi ke-*j*
$\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)$	Vektor parameter model regresi GWPR berukuran (p + 1)
$L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))$	Fungsi *likelihood* pada penaksiran parameter model GWPR
$\ell(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))$	Fungsi *log-likelihood* pada penaksiran parameter model GWPR
$\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))$	Vektor gradien pada penaksiran parameter regresi GWPR berukuran (p + 1)

Simbol	Arti
$\mathbf{W}(u_i, v_i)$	Matriks diagonal pembobot spasial untuk lokasi ke-*i*
$\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))$	Matriks Hessian pada penaksiran parameter model GWPR berukuran (p + 1) x (p + 1)
$\mathbf{V}(u_i, v_i)$	Matriks diagonal berukuran (n x n) pada penaksiran parameter model GWPR dengan elemen ke-*i* adalah $\exp(\hat{\mathbf{x}}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))$
$\mathbf{I}(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))$	Matriks Informasi Fisher pada penaksiran parameter model GWPR berukuran (p + 1) x (p + 1)
$\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m)}(u_i, v_i)$	Vektor penaksir parameter model GWPR pada iterasi Newton-Raphson ke-*m*
$\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(0)}(u_i, v_i)$	Vektor nilai awal penaksir parameter *Maximum Likelihood* model GWPR, yaitu $\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(0)}(u_i, v_i) = \left[\hat{\beta}_0^{(0)}(u_i, v_i) \quad \hat{\beta}_1^{(0)}(u_i, v_i) \quad \cdots \quad \hat{\beta}_p^{(0)}(u_i, v_i) \right]^T$
F_1	Statistik uji pada pengujian kesesuaian model regresi Poisson dengan model GWPR
$D(\hat{\boldsymbol{\beta}})$	Devians model regresi Poisson
$D(\hat{\boldsymbol{\beta}}^*)$	Devians model GWPR
Ω_{GWPR}	Himpunan parameter di bawah populasi pada model GWPR
$\hat{\Omega}_{GWPR}$	Himpunan parameter di bawah populasi yang memaksimumkan fungsi *log-likelihood* pada model GWPR
$\hat{\omega}_{GWPR}$	Himpunan parameter di bawah H_0 yang memaksimumkan fungsi *log-likelihood* pada model GWPR
$F_{(\alpha;df_1;df_2)}$	Nilai tabel F dengan derajat bebas pembilang n dan derajat bebas penyebut np

Simbol	Arti
F_v	Variabel acak berdistribusi $F_{(df_1,df_2)}$
G_2	Statistik uji pada pengujian parameter secara serentak model GWPR
G_v	Variabel acak berdistribusi $\chi^2_{(p)}$
S	Matriks berukuran (*n* x 1) yang nilai *trace*-nya digunakan pada pengujian parameter secara serentak model GWPR
v	Nilai *trace* dari matriks **S**
$\chi^2_{(\alpha,v)}$	Nilai tabel *chi-square* dengan derajat bebas *v*
Z_{hitung}	Statistik uji *Wald* pada pengujian parameter secara parsial model GWPR
Z	Variabel acak berdistribusi normal baku
$R(x_k)$	Rasio perubahan nilai *y* akibat kenaikan x_k
$\hat{R}(x_k)$	Prediksi rasio perubahan nilai *y* akibat kenaikan x_k
q	banyaknya nilai *bandwidth* yang dicoba dalam interval tertentu pada penentuan *bandwidth* optimum

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Analisis regresi merupakan suatu metode analisis statistika untuk menganalisis hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor. Analisis regresi digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang diduga mempengaruhi suatu variabel yang diteliti dan dijelaskan dalam bentuk model regresi. Pada umumnya penerapan analisis regresi digunakan untuk menganalisis data pengamatan pada variabel respon berupa kontinu, namun di lapangan sering diperoleh data variabel respon berupa data diskrit (*count*). Menurut (Nohe, 2013) data diskrit merupakan data yang diperoleh dari hasil pengukuran dan bernilai bulat non negatif (cacah).

Salah satu model regresi yang dapat digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel respon diskrit berdistribusi Poisson dengan variabel-variabel prediktor adalah model regresi Poisson. Model regresi Poisson merupakan model regresi nonlinier dengan variabel respon mengikuti distribusi Poisson, di mana distribusi ini sering digunakan untuk memodelkan kejadian yang jarang terjadi. Data respon yang bukan berdistribusi normal tidak dapat dimodelkan dengan model regresi linier, tetapi dengan model *Generalized Linear Model* (GLM). GLM merupakan perluasan dari model regresi linier dengan tidak mengasumsikan distribusi tertentu dari variabel respon dan digunakan ketika distribusi variabel respon merupakan anggota dari keluarga eksponensial (Nelder dan Wedderburn, 1972).

Pemodelan regresi dapat diimplementasikan pada berbagai bidang ilmu pengetahuan seperti bidang ekonomi, sosial dan kesehatan. Data penelitian di lapangan sering dijumpai berupa data spasial. Data spasial adalah data yang mengandung informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (*attribute*) dan terdapat hubungan antara data dan lokasi pengamatan. Pengaruh lokasi geografis menyebabkan nilai variabel respon berbeda-beda dan dipengaruhi oleh faktor

berbeda-beda pula, yang disebut heterogenitas spasial (Anselin, 1992). Suatu lokasi pengamatan akan memiliki kondisi informasi yang berbeda dengan lokasi pengamatan lainnya. Lokasi pengamatan yang saling berdekatan akan memiliki pengaruh hubungan yang lebih besar daripada lokasi pengamatan yang jauh atau disebut efek spasial. Efek spasial dikategorikan menjadi dua, yaitu efek spasial tipe wilayah (autokolerasi spasial) dan efek spasial tipe titik (heterogenitas spasial) (Anselin, 1992).

Analisis terhadap data spasial memerlukan analisis khusus karena hasil analisis satu lokasi pengamatan akan berbeda dengan lokasi pengamatan yang lain. Kondisi satu wilayah dengan wilayah lain umumnya tidak sama karena ada faktor geografis, sosial budaya, maupun karakteristik lain yang juga menjadi pertimbangan dalam penelitian. Perbedaan karakteristik inilah yang memungkinkan adanya efek spasial yang kemudian disebut heterogenitas spasial. Heterogenitas spasial menggambarkan adanya perbedaan pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respon antara satu wilayah pengamatan dengan wilayah pengamatan lainnya (Anselin, 1992).

Pemodelan data respon *count* yang memuat heterogenitas spasial tidak dapat dilakukan menggunakan regresi Poisson biasa, dan pemodelan yang sesuai adalah pemodelan regresi lokal yakni penaksiran dilakukan pada setiap lokasi. Salah satu pemodelan regresi secara lokal adalah model regresi terboboti geografis atau *Geographically Weighted Regression* (GWR) (Fotheringham, dkk., 2002). Model GWR merupakan salah satu pengembangan model regresi linier global dengan mempertimbangkan aspek spasial atau lokasi. Lokasi pengamatan dinyatakan dengan koordinat garis lintang (*latitude*) dan garis bujur (*longitude*). GWR memiliki parameter yang bersifat lokal pada setiap lokasi pengamatan. Model GWR diperoleh dari penaksiran parameter di setiap lokasi menggunakan pembobot spasial, sehingga setiap lokasi mempunyai nilai parameter yang berbeda-beda. Nilai pembobot spasial berbasis pada kedekatan antarlokasi pengamatan, sehingga semakin dekat jarak antara lokasi pengamatan dengan titik lokasi maka akan semakin besar juga bobotnya (Lutfiani, 2017).

Pemodelan regresi Poisson pada data spasial akan menjadi topik yang unik untuk menganalisis pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor pada kejadian yang jarang terjadi. Pemodelan data spasial pada regresi Poisson global akan menghasilkan model yang kurang representatif karena adanya interpendensi antara data variabel respon dan lokasi pengamatan. Pemodelan data respon *count* yang mengandung heterogenitas spasial yang sesuai adalah pemodelan regresi Poisson terboboti geografis atau *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR) (Fotheringham, dkk., 2002).

Model GWPR merupakan bentuk lokal dari regresi Poisson di mana penaksiran parameter dilakukan pada setiap lokasi pengamatan menggunakan pembobot spasial dan menghasilkan model lokal (Nakaya, dkk., 2005). Pembobot spasial diperoleh menggunakan fungsi pembobot spasial. Fungsi pembobot spasial berbasis pada kedekatan suatu titik lokasi yang dihitung berdasarkan jarak yang diukur menurut koordinat masing-masing titik. Salah satu fungsi pembobot spasial adalah fungsi *kernel* (*kernel function*) (Destyanugraha dan Kurniawan, 2017).

Fungsi *kernel* terbagi menjadi dua yaitu *fixed kernel* dan *adaptive kernel*. Pembobot *fixed kernel* menghasilkan besaran pembobot yang tetap antartitik regresi sehingga mengabaikan tingkat kepadatannya di sekitar titik tersebut. Hal ini akan menimbulkan permasalahan ketika titik data pengamatan sangat padat di beberapa titik atau sebaliknya menyebar sehingga diperlukan fungsi *kernel* yang memberi pembobot yang menyesuaikan dengan sebaran titik datanya atau yang kemudian disebut *adaptive kernel* (Destyanugraha dan Kurniawan., 2017). Fungsi pembobot *adaptive kernel* bergantung pada nilai parameter penghalus (*bandwidth*) di mana nilainya berbeda sesuai lokasi pengamatan. Salah satu fungsi pembobot *adaptive kernel* yaitu *adaptive bisquare*.

Penelitian tentang aplikasi model regresi pada data spasial telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Pemodelan data spasial dalam penelitian Pamungkas, dkk (2016) menyimpulkan bahwa model GWR lebih baik daripada model regresi global berdasarkan nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC). Penelitian yang dilakukan oleh Purhadi, dkk (2013) menggunakan metode *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) pada Pemodelan Angka Kematian

Balita di Kabupaten Bojonegoro Tahun 2011 menyimpulkan bahwa MGWR adalah model terbaik dibandingkan dengan regresi linier global. Penelitian lain dilakukan oleh Noviani, dkk (2014) yang menerapkan metode *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR) untuk Pemodelan Jumlah Penderita Kusta di Jawa Tengah menunjukkan bahwa model GWPR lebih baik dari model regresi Poisson berdasarkan nilai AIC, di mana diketahui bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita kusta adalah persentase rumah tangga ber-Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (ber-PHBS), persentase rumah sehat, banyaknya dokter, banyaknya puskesmas, kepadatan penduduk, jumlah penyuluhan kesehatan kelompok, dan rata-rata lama sekolah. Pemodelan GWPR pada penelitian ini diaplikasikan pada data kesehatan, yaitu pada jumlah kasus kusta di kabupaten/kota Pulau Kalimantan pada tahun 2018.

Kusta atau lepra adalah penyakit menular yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Myobacterium Leprae*. Kusta terkenal sebagai penyakit yang paling ditakuti karena dapat menyebabkan kecacatan tubuh. Penyakit ini dapat menyebabkan kerusakan pada kulit, saraf, anggota gerak dan mata apabila tidak ditangani dengan baik. Penderita kusta adalah seseorang yang terinfeksi kuman *Myobacterium Leprae* disertai gejala dan tanda klinis. Kusta menular kepada manusia melalui kontak langsung (kontak lama dan berulang) maupun melalui pernapasan. Kelompok paling berisiko terkena kusta adalah seseorang yang tinggal di daerah endemik dengan kondisi lingkungan yang buruk (Kemenkes, 2015).

Indonesia merupakan negara peringkat ketiga di dunia setelah India dan Brazil, dengan jumlah penderita kusta baru mencapai 15.910 kasus pada tahun 2017. Penyakit kusta merupakan salah satu dari 17 penyakit tropis terabaikan (*neglected tropical disease*) versi Organisasi Kesehatan Dunia atau *World Health Organization* (WHO). Penyakit tropis terabaikan merupakan penyakit yang sudah ada sejak lama dengan jumlah penderita yang tidak banyak, tetapi penyakitnya belum juga sepenuhnya hilang (Kemenkes, 2015). Salah satu daerah tropis di Indonesia yang masih ditemukan penyakit kusta adalah Pulau Kalimantan. Berdasarkan data Kemenkes (2019b), angka prevalensi penderita kusta di Pulau

Kalimantan pada tahun 2018 adalah 0,326 kasus per 10.000 penduduk. Berdasarkan permasalahan kusta yang masih ada di Pulau Kalimantan, penyakit kusta perlu dieliminasi sepenuhnya dan dicegah penularannya dari seluruh daerah di Kalimantan. Salah satu upaya mencegah penularan kusta di Pulau Kalimantan adalah memberikan informasi kepada masyarakat dan pemerintah daerah mengenai faktor-faktor yang mepengaruhi jumlah kasus kusta di masing-masing wilayah melalui pemodelan GWPR. Karakteristik wilayah di Pulau Kalimantan berbeda-beda, seperti kondisi lingkungan, kependudukan, kesehatan masyarkat, sosial budaya dan pola hidup masyarakat. Perbedaan karakteristik ini menyebabkan faktor yang berpengaruh terhadap penyakit kusta juga berbeda-beda sehingga diduga bahwa kasus kusta di Pulau Kalimantan adalah data spasial (heterogenitas spasial).

Penyakit kusta diduga disebabkan oleh beberapa faktor, seperti faktor kondisi kepadatan hunian, faktor demografi maupun faktor kesehatan. Berdasarkan penelitian Siswanti (2018) menunjukkan bahwa ada hubungan antara kepadatan hunian terhadap kejadian kusta. Faktor lain yang juga diduga mempengaruhi jumlah kasus kusta adalah faktor demografi, yaitu jumlah penduduk berjenis kelamin laki-laki. Laki-laki memiliki risiko tinggi (80%) menjadi penderita kusta dibandingkan perempuan (Kora, 2013). Berdasarkan penelitian Noviani, dkk (2014) dan penelitian Wicaksono, dkk (2015), tinggi rendahnya jumlah kasus kusta di suatu wilayah juga diduga dipengaruhi oleh pelayanan kesehatan, seperti ketersediaan sarana kesehatan dan tenaga kesehatan. Penelitian Mulyadi (2017) menyimpulkan bahwa terdapat peran penting puskesmas dan tenaga kesehatan sebagai upaya pencegahan kecacatan pada penderita kusta.

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus kusta di kabupaten/kota Pulau Kalimantan pada tahun 2018 menggunakan pemodelan GWPR dengan fungsi pembobot *adaptive bisquare*.

1.2 Batasan Masalah

Penelitian ini mengasumsikan bahwa data pengamatan berdistribusi Poisson serta kondisi equidispersi telah terpenuhi. Pemilihan *bandwidth* optimum penelitian ini dibatasi menggunakan kriteria *Generalized Cross-Validation* (GCV).

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pemodelan GWPR pada jumlah kasus kusta di setiap kabupaten/kota di Pulau Kalimantan pada tahun 2018?
2. Apa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus kusta di kabupaten/kota di Pulau Kalimantan pada tahun 2018 menggunakan metode GWPR?
3. Bagaimana interpretasi model GWPR berdasarkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus kusta di beberapa kabupaten/kota di Pulau Kalimantan pada tahun 2018?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pemodelan GWPR pada jumlah kasus kusta di setiap kabupaten/kota Pulau Kalimantan pada tahun 2018
2. Mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus kusta di kabupaten/kota Pulau Kalimantan pada tahun 2018 menggunakan metode GWPR
3. Mengetahui interpretasi model GWPR berdasarkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus kusta di beberapa kabupaten/kota di Pulau Kalimantan pada tahun 2018

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sumber referensi penerapan salah satu metode statistika khususnya penaksiran parameter dan pengujian hipotesis model GWPR
2. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai faktor-faktor yang mepengaruhi jumlah kasus kusta, sehingga masyarakat dapat mencegah penularan penyakit kusta
3. Memberikan informasi kepada pemerintah maupun instansi daerah terkait, agar mampu menentukan kebijakan yang akan datang untuk menanggulangi kusta berdasarkan karakteristik masing-masing wilayah

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Generalized Linear Model*

Model regresi linier berganda global merupakan suatu model yang merepresentasikan hubungan antara sebuah variabel respon (Y) dengan variabel-variabel prediktor X_1, X_2,…, X_p, di mana variabel prediktor diasumsikan mempengaruhi variabel respon secara linier. Model regresi linier global mengasumsikan bahwa variabel respon harus berdistribusi normal dengan variansi homogen, yaitu $Y \sim N(\mu, \sigma^2)$ dengan $\mu = E(Y) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_p X_p$ dan variansi konstan (Rencher & Schaalje, 2008). Variabel respon yang tidak memenuhi asumsi kenormalan tidak dapat dimodelkan dengan model regresi linier, tetapi dapat dimodelkan dengan *Generalized Linear Models* (GLM). McCullagh dan Nelder (1989) mendefinisikan bahwa GLM merupakan perluasan dari model linier global. Sifat penting dari GLM adalah tidak diperlukannya asumsi normalitas dan kehomogenan variansi. GLM digunakan ketika distribusi variabel respon merupakan anggota dari keluarga eksponensial (Nelder dan Wedderburn, 1972).

GLM terdiri dari tiga komponen utama, yaitu komponen acak (*random component*), komponen sistematis (*systematic component*) dan fungsi penghubung (*link function*) (McCullagh dan Nelder, 1989). Komponen acak terdiri dari variabel respon Y yang termasuk dalam distribusi keluarga eksponensial dengan $E(Y) = \mu$. Bentuk umum Fungsi Kepadatan Peluang (FKP) distribusi keluarga eksponensial adalah

$$f_Y(y;\theta,\phi) = \exp\left[\frac{y\theta - b(\theta)}{a(\phi)} + c(y;\phi)\right], \qquad (2.1)$$

untuk $a(.)$, $b(.)$, dan $c(.)$ adalah fungsi-fungsi tertentu. FKP yang diberikan pada persamaan (2.1) adalah keluarga eksponensial dengan parameter kanonik θ jika

ϕ diketahui, dan jika ϕ tidak diketahui memungkinkan bahwa berasal dari keluarga eksponensial dengan dua parameter.

Komponen Sistematis dari GLM adalah hubungan dari sebuah vektor untuk menjelaskan variabel-variabel yang berhubungan dalam sebuah model linier. Komponen sistematis dari GLM menghubungkan vektor $\boldsymbol{\eta} = [\eta_1 \ \eta_2 \ldots \eta_n]^T$ dengan sekumpulan variabel prediktor $X_1, X_2, \ldots, X_n$ melalui suatu model linier. Misalkan x_{ik} melambangkan nilai variabel prediktor k $(k = 1, 2, \ldots, p)$ pada pengamatan ke-*i*, komponen sistematis dinyatakan dengan persamaan

$$\eta_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \ldots + \beta_p x_{ip} \tag{2.2}$$

atau dalam bentuk matriks dapat dinyatakan

$$\boldsymbol{\eta}_i = \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}, \ \ i = 1, 2, \ldots n \tag{2.3}$$

dengan $\mathbf{x}_i^T = [1 \ x_{i1} \ x_{i2} \ldots x_{ip}]$ dan $\boldsymbol{\beta} = [\beta_0 \ \beta_1 \ \beta_2 \ldots \beta_p]^T$. Komponen sistematis pada persamaan (2.2) adalah kombinasi linier dari variabel prediktor dan disebut prediktor linier.

Komponen GLM ketiga yaitu fungsi penghubung, yaitu fungsi yang menghubungkan komponen acak dengan komponen sistematis. Misalkan μ_i adalah *mean* dari Y_i, yaitu $\mu_i = E(Y_i)$, untuk $i = 1, 2, \ldots, n$. Fungsi penghubung $g(\mu_i)$ menghubungkan μ_i dengan prediktor linier η_i oleh $\eta_i = g(\mu_i)$, melalui hubungan

$$g(\mu_i) = \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}, \ \ i = 1, 2, \ldots, n \ . \tag{2.4}$$

di mana *g* adalah fungsi penghubung dengan sifat monoton dan *differentiable*. Fungsi penghubung akan menentukan bentuk model yang digunakan dalam GLM. Fungsi penghubung paling sederhana yaitu $g(\mu) = \mu$ yang disebut fungsi penghubung identitas (*identity link*). Fungsi penghubung lainnya akan menghubungkan μ secara nonlinier terhadap prediktor. Fungsi penghubung g(.) yang mentransformasikan *mean* μ ke $g(\mu)$ disebut fungsi penghubung kanonik (McCullagh dan Nelder, 1989).

2.2 Distribusi Poisson

Distribusi Poisson adalah distribusi variabel acak diskrit, yaitu variabel yang nilai datanya adalah bilangan bulat positif atau data *count* (cacah) (Nohe, 2013). Contoh data *count* adalah data banyaknya kejadian yang terjadi dalam suatu periode waktu dan atau wilayah tertentu. Distribusi Poisson sering digunakan untuk memodelkan kejadian yang jarang terjadi, seperti jumlah penderita kanker hati di suatu daerah pada periode waktu tertentu (Kleinbaum, 1988). Suatu variabel acak *Y* didefinisikan mempunyai distribusi Poisson dengan FKP, yaitu

$$f_Y(y) = P_Y(Y = y) = \begin{cases} \dfrac{e^{-\mu}\mu^y}{y!}, & y = 0,1,2,\ldots,n, \mu > 0 \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases} \tag{2.5}$$

dengan $\mu = E(Y)$, n adalah banyaknya sampel dan e adalah bilangan natural yaitu $e \approx 2,718128$ (Caraka dan Yasin, 2017).

Persamaan (2.5) disebut juga sebagai fungsi peluang Poisson yang mempunyai *mean* $E(Y) = \mu$ dan variansi $\text{var}(Y) = \mu$. Beberapa karakteristik dari percobaan yang mengikuti distribusi Poisson antara lain kejadian yang terjadi pada populasi yang besar dengan probabilitas yang kecil, bergantung pada interval waktu tertentu dan kejadian yang termasuk ke dalam *counting process* atau termasuk ke dalam lingkupan proses stokastik. Pendekatan yang sering digunakan untuk data *count* yang memiliki peluang kejadian kecil (peluang mendekati nol), khususnya dalam analisis regresi adalah model regresi Poisson (Cameron dan Trivedi 1998).

2.3 Model Regresi Poisson

Suatu model statistika yang menyatakan hubungan antara variabel respon dengan satu atau beberapa variabel prediktornya disebut model regresi. Model tersebut menghubungkan variabel respon dengan variabel prediktor melalui parameter yang dinamakan parameter regresi dan dinotasikan dengan β. Salah satu model regresi yang dapat menginterpretasikan hubungan antara variabel respon yang berupa data *count* dengan variabel prediktor adalah model regresi Poisson (Caraka dan Yasin, 2017).

Model regresi Poisson merupakan model regresi nonlinier di mana variabel respon mengikuti distribusi Poisson. Analisis regresi Poisson biasanya diterapkan dalam penelitian bidang kesehatan masyarakat, biologi dan teknik. Distribusi Poisson hanya memiliki satu parameter yang dapat disesuaikan, yaitu *mean* (μ) yang harus bernilai positif (McCullagh dan Nelder, 1989). Berdasarkan persamaan (2.5) data respon *Y* bukan berdistribusi normal, sehingga tidak dapat dimodelkan dengan model regresi global, tetapi dengan model GLM. Berdasarkan FKP yang diberikan pada persamaan (2.5) distribusi Poisson merupakan keluarga eksponensial yaitu dapat dinyatakan dalam bentuk

$$\begin{aligned} f(y,\mu) &= \frac{\exp[-\mu]\exp[y\ln\mu]}{\exp[\ln y!]} \\ &= \exp[-\mu + y\ln\mu - \ln y!] \\ &= \exp[y\ln(\mu) - \mu - \ln(y!)] \\ &= \exp\left[\frac{y\ln(\mu)-\mu}{1} - \ln(y!)\right] \end{aligned} \tag{2.6}$$

Berdasarkan persamaan (2.6) dengan memperhatikan persamaan (2.1) diperoleh $\theta = \ln\mu$, $b(\mu) = \mu$, $a(\phi) = 1$, dan $c(y;\phi) = -\ln(y!)$. Berdasarkan FKP distribusi Poisson pada persamaan (2.5) fungsi penghubung kanoniknya adalah $g(\mu_i) = \ln(\mu_i)$. Hubungan antara μ_i dengan prediktor linier dinyatakan dengan $\ln\mu_i = \eta_i$. Berdasarkan bentuk keluarga eksponensial dari distribusi Poisson yang diberikan oleh persamaan (2.6) dengan memperhatikan persamaan (2.3), hubungan antara komponen acak dengan komponen sistematis GLM dinyatakan dalam persamaan

$$g(\mu_i) = \ln\mu_i = \eta_i \tag{2.7}$$

atau

$$\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T\boldsymbol{\beta}) \tag{2.8}$$

Model (2.8) dinamakan model regresi Poisson, di mana

$\mathbf{x}_i = \begin{bmatrix} 1 & x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ip} \end{bmatrix}^T$ dan $\boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 & \beta_1 & \beta_2 & \cdots & \beta_p \end{bmatrix}^T$.

(McCullagh dan Nelder, 1989).

2.3.1 Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson

Salah satu metode penaksiran parameter regresi Poisson adalah *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Penaksir maksimum *likelihood* untuk parameter $\boldsymbol{\beta}$ dinyatakan dengan $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ yang diperoleh dengan memaksimumkan fungsi *likelihood*. Berdasarkan FKP distribusi Poisson pada persamaan (2.5) dengan memperhatikan persamaan (2.8), fungsi *likelihood* didefinisikan oleh

$$\begin{aligned} L(\boldsymbol{\beta}) &= \prod_{i=1}^{n} f_Y(y_i) \\ &= \prod_{i=1}^{n} \frac{\exp(-\mu_i)\mu_i^{y_i}}{y_i!} \\ &= \prod_{i=1}^{n} \frac{\exp\left[-\exp\left(\mathbf{x}_i^T\boldsymbol{\beta}\right)\right]\left[\exp\left(\mathbf{x}_i^T\boldsymbol{\beta}\right)\right]^{y_i}}{y_i!} \\ &= \frac{\exp\left[-\sum_{i=1}^{n}\exp\left(\mathbf{x}_i^T\boldsymbol{\beta}\right)\right]\left[\exp\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\mathbf{x}_i^T\boldsymbol{\beta}\right)\right]}{\prod_{i=1}^{n} y_i!}. \end{aligned} \tag{2.9}$$

Penaksir $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ yang memaksimumkan fungsi *likelihood* pada persamaan (2.9) juga memaksimumkan fungsi *log-likelihood*nya ($\ell(\boldsymbol{\beta})$). Penaksir *Maximum Likelihood* (ML) model regresi Poisson lebih mudah diperoleh dengan memaksimumkan fungsi *log-likelihood*. Fungsi *log-likelihood* pada persamaan (2.9) adalah

$$\begin{aligned} \ell(\boldsymbol{\beta}) &= \ln L(\boldsymbol{\beta}) \\ &= \ln\left(\frac{\exp\left(-\sum_{i=1}^{n}\exp\left(\mathbf{x}_i^T\boldsymbol{\beta}\right)\right)\exp\sum_{i=1}^{n}\left(y_i\mathbf{x}_i^T\boldsymbol{\beta}\right)}{\prod_{i=1}^{n} y_i!}\right) \\ &= \frac{-\sum_{i=1}^{n}\exp\left(\mathbf{x}_i^T\boldsymbol{\beta}\right)+\sum_{i=1}^{n}\left(y_i\mathbf{x}_i^T\boldsymbol{\beta}\right)}{\sum_{i=1}^{n}\ln(y_i)} \\ &= \sum_{i=1}^{n}\left(y_i\mathbf{x}_i^T\boldsymbol{\beta}-\exp\left(\mathbf{x}_i^T\boldsymbol{\beta}\right)-\ln(y_i!)\right) \end{aligned} \tag{2.10}$$

Untuk memperoleh penaksir $\hat{\boldsymbol{\beta}}$, maka fungsi *log-likelihood* pada persamaan (2.10) dimaksimumkan dengan menyelesaikan persamaan *likelihood*

$$\frac{\partial \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}} = \mathbf{0}, \tag{2.11}$$

dengan $\mathbf{0}$ adalah vektor nol berukuran (p+1) dan ruas kiri disebut vektor gradien berdimensi $p+1$, dengan bentuk umum

$$\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}) = \frac{\partial \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}} = \left[\frac{\partial \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0} \quad \frac{\partial \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1} \quad \cdots \quad \frac{\partial \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_p} \right]^T . \tag{2.12}$$

Komponen-komponen vektor gradien pada persamaan (2.12) dapat dinyatakan dalam bentuk umum, yaitu

$$\frac{\partial \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_k} = \sum_{i=1}^{n} x_{ik} \left(y_i - \exp[\mathbf{x}_i{}^T \boldsymbol{\beta}] \right), \; k = 0,1,2,\ldots,p \tag{2.13}$$

Berdasarkan persamaan (2.13), vektor gradien pada persamaan (2.12) dapat dinyatakan dalam perkalian matriks, yaitu

$$\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}) = \mathbf{X}^T \left(\mathbf{y} - \exp\left[\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \right] \right) \tag{2.14}$$

dengan $\boldsymbol{\beta} = \left[\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \cdots \quad \beta_p \right]^T$, $\mathbf{y} = \left[y_1 \quad y_2 \quad \cdots \quad y_n \right]^T$ dan $\mathbf{X}$ adalah matriks data pengamatan variabel prediktor berukuran n x $(p+1)$, yaitu

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix}^T . \tag{2.15}$$

Komponen-komponen vektor gradien yang diberikan pada persamaan (2.13) terdiri dari persamaan-persamaan nonlinier, sehingga jika diselesaikan dengan MLE akan dihasilkan persamaan yang tidak *closed form* atau dengan kata lain solusi eksak dari persamaan (2.11) tidak dapat ditentukan secara analitik. Metode alternatif untuk menyelesaikan persamaan (2.11) untuk memperoleh penaksir $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ adalah metode iterasi Newton-Raphson. Penentuan penaksir MLE dengan metode iterasi Newton-Raphson memerlukan perhitungan vektor gradien dan matriks Hessian. Vektor gradien diberikan pada persamaan (2.14) dengan komponen-komponennya dapat ditentukan menggunakan persamaan (2.13) atau

(2.14). Matriks Hessian adalah matriks simetris ukuran $(p+1)$ x $(p+1)$ yang elemen-elemennya turunan orde kedua dari fungsi *log-likelihood* terhadap semua kombinasi komponen-komponen vektor parameter $\boldsymbol{\beta}$. Bentuk umum matriks Hessian adalah

$$\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0^2} & \frac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_1} & \cdots & \frac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_p} \\ \frac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_1} & \frac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_p^2} & \cdots & \frac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1 \partial \beta_p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_p} & \frac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1 \partial \beta_p} & \cdots & \frac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_p^2} \end{bmatrix} \tag{2.16}$$

Elemen-elemen matriks Hessian pada persamaan (2.16) dapat dinyatakan dalam bentuk umum, yaitu

$$\frac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_k^2} = -\sum_{i=1}^{n} x_{ik}^2 \exp\left(\mathbf{x}_i{}^T \boldsymbol{\beta}\right) \tag{2.17}$$

$$\frac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_k \partial \beta_l} = -\sum_{i=1}^{n} x_{ik} x_{il^*} \exp\left(\mathbf{x}_i{}^T \boldsymbol{\beta}\right),\ k,l = 0,1,2,\ldots,p;\ k \neq l \tag{2.18}$$

Berdasarkan persamaan (2.17) dan (2.18), matriks Hessian yang diberikan pada persamaan (2.16) dapat dinyatakan dalam bentuk perkalian matriks, yaitu

$$\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}) = -\mathbf{X}^T \mathbf{V} \mathbf{X} \tag{2.19}$$

dengan $\mathbf{X}$ diberikan pada persamaan (2.15) dan $\mathbf{V}$ adalah matriks diagonal berukuran n x n, yaitu

$$\mathbf{V} = \operatorname{diag}\left[\exp(\mathbf{x}_1^T\boldsymbol{\beta}) \quad \exp(\mathbf{x}_2^T\boldsymbol{\beta}) \quad \ldots \quad \exp(\mathbf{x}_n^T\boldsymbol{\beta})\right] \tag{2.20}$$

Berdasarkan matriks Hessian (2.19) didapatkan matriks Informasi Fisher, yaitu

$$\mathbf{I}(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = -E(\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta})) = -\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}) \tag{2.21}$$

Berdasarkan komponen-komponen vektor gradien $\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta})$ pada persamaan (2.13) dan elemen-elemen matriks Hessian yang diberikan oleh persamaan (2.17)

dan (2.18), penaksir parameter $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ dapat diperoleh menggunakan iterasi Newton-Raphson dengan algoritma diberikan oleh

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m+1)} = \boldsymbol{\beta}^{(m)} - \left[\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}^{(m)})\right]^{-1} \mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}^{(m)}), \quad m = 0. \tag{2.22}$$

Proses iterasi diawali dengan menentukan nilai awal $\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(0)} = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_0^{(0)} & \hat{\beta}_1^{(0)} & \cdots & \hat{\beta}_p^{(0)} \end{bmatrix}^T$. Proses iterasi dihentikan sampai iterasi ke-m+1 jika $\left\| \hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m+1)} - \hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m)} \right\| < \varepsilon$, dengan ε adalah bilangan yang cukup kecil, misal 10^{-12}.

(Caraka dan Yasin, 2017).

2.3.2 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson

Pengujian parameter model regresi Poisson dilakukan untuk menguji masing-masing parameter dari model regresi yang diperoleh. Pengujian parameter model regresi Poisson terdiri dari pengujian secara serentak dan pengujian secara parsial. Pengujian secara serentak untuk mengetahui signifikansi parameter β terhadap variabel respon secara keseluruhan. Hipotesis pengujian secara serentak adalah

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

H_1 : paling sedikit satu $\beta_k \neq 0; \quad k = 1, 2, \cdots, p$

Statistik uji diberikan oleh

$$\begin{aligned} G &= -2\ln\left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})}\right) = 2(\ell(\hat{\Omega}) - \ell(\hat{\omega})) \\ &= 2\left[-\sum_{i=1}^{n} e^{\mathbf{x}_i^T\hat{\boldsymbol{\beta}}} + \sum_{i=1}^{n} \mathbf{y}_i \mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}} + n e^{\hat{\beta}_0} - \hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^{n} y_i\right] \end{aligned} \tag{2.23}$$

dengan $\Omega = \left\{\beta_0, \beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_p\right\}$ adalah himpunan parameter di bawah populasi dan $\hat{\Omega} = \left\{\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \ldots, \hat{\beta}_p\right\}$ adalah penaksir ML yang memaksimumkan fungsi *log-likelihood*, yaitu

$$\ell(\hat{\Omega}) = \sum_{i=1}^{n} \left(y_i \mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}} - \exp[\mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}}] - \ln(y_i!) \right) \tag{2.24}$$

$\omega = \{\beta_0\}$ adalah himpunan parameter di bawah H_0 dan $\hat{\omega} = \{\hat{\beta}_0\}$ adalah penaksir ML yang memaksimumkan fungsi *log-likelihood*, yaitu

$$\ell(\hat{\omega}) = \sum_{i=1}^{n} \left(y_i \hat{\boldsymbol{\beta}}_0 - \exp[\hat{\boldsymbol{\beta}}_0] - \ln(y_i !) \right) \tag{2.25}$$

(Darnah, 2010).

Statistik uji *G* pada persamaan (2.23) disebut juga sebagai statistik rasio *likelihood*, berdistribusi *chi-square* asimtotik dengan derajat bebas *p*. Hipotesis nol pada pengujian secara serentak akan ditolak pada taraf signifikansi α jika $G > \chi^2_{(\alpha,p)}$ atau jika $p-value < \alpha$, dengan $p-value = P(G_v > G_{hitung})$ dengan $G_v \sim \chi^2_p$ dan G_{hitung} adalah nilai statistik uji G dan p adalah banyaknya variabel prediktor (Caraka dan Yasin, 2017).

Parameter regresi Poisson yang diperoleh berdasarkan hasil penaksiran parameter belum tentu berpengaruh secara signifikan terhadap model, sehingga perlu dilakukan pengujian parameter secara individual atau parsial. Pengujian parameter secara parsial untuk mengetahui apakah variabel prediktor berpengaruh secara individual terhadap variabel respon. Hipotesis pengujian secara parsial untuk parameter β_k dengan nilai *k* tertentu $(k = 0,1,2,\ldots,p)$ adalah

$H_0 : \beta_k = 0$
$H_1 : \beta_k \neq 0$

Statistik uji yang digunakan adalah statistik Wald, yaitu

$$W = \frac{\hat{\beta}_k}{se(\hat{\beta}_k)} \tag{2.26}$$

dengan $se(\hat{\beta}_k)$ adalah nilai *stándard error* $\hat{\beta}_k$, yaitu $se(\hat{\beta}_k) = \sqrt{\text{var}(\hat{\beta}_k)}$ dengan $\text{var}(\hat{\beta}_k)$ diperoleh dari elemen diagonal ke- *k* dari invers matriks Informasi Fisher yaitu $\left[\mathbf{I}(\hat{\boldsymbol{\beta}})\right]^{-1} = -\left[\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta})\right]^{-1}$ dengan $\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta})$ diberikan pada persamaan (2.19). Daerah kritis pengujian hipotesisnya adalah menolak H_0 pada taraf signifikansi α jika $|W| > Z_{\alpha/2}$ atau jika $p-value < \alpha$, dengan $p-value = 2(1-\text{P}(Z > |W_{hitung}|))$ di

mana Z adalah variabel acak berdistribusi normal baku dan W_{hitung} adalah nilai statistik uji W.

(Caraka dan Yasin, 2017).

2.4 Pendeteksian Multikolinieritas

Istilah multikolinieritas pertama kali ditemukan oleh Ragnar Frisch. Multikolinieritas berarti adanya hubungan linier antara beberapa atau semua variabel prediktor di dalam model regresi (Gujarati, 2004). Apabila terjadi multikolinieritas, maka tidak dapat dilakukan penaksiran karena matriks ($\mathbf{X}^T\mathbf{X}$) merupakan matriks singular atau tidak berpangkat penuh, sehingga matriks $(\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}$ tidak dapat ditentukan karena memiliki determinan sama dengan nol. Salah satu cara untuk mendeteksi adanya multikolinieritas adalah dengan menghitung *Variance Inflation Factor* (VIF). Jika nilai VIF lebih besar dari 10, maka menunjukkan adanya multikolinieritas. Nilai VIF dapat dihitung dengan rumus

$$VIF_k = \frac{1}{1-R_k^2}, k = 1, 2, \ldots, p \tag{2.27}$$

dengan R_k^2 merupakan koefisien determinasi dari model regresi variabel prediktor ke-k dengan sisa variabel prediktor lainnya, yang diperoleh dari regresi *auxiliary* (Widarjono, 2007).

Nilai R_k^2 diperoleh dari perbandingan antara Jumlah Kuadrat Regresi (JKR) dengan Jumlah Kuadrat Total (JKT) yang dirumuskan berikut

$$R_k^2 = \frac{\text{JKR}}{\text{JKT}} = \frac{\hat{\boldsymbol{\beta}}_c^T \mathbf{X}_c^T \mathbf{x}_k - n\bar{x}_k^2}{\mathbf{x}_k^T \mathbf{x}_k - n\bar{x}_k^2} \tag{2.28}$$

dengan $\hat{\boldsymbol{\beta}}_c^T$ adalah vektor penaksir parameter model regresi antara variabel prediktor X_k dengan variabel prediktor lainnya yang berukuran (p x 1), $\boldsymbol{X}_c$ merupakan matriks $\mathbf{X}$ yang diberikan pada persamaan (2.15) dengan menghapus kolom ke-k, $\mathbf{x}_k$ adalah vektor variabel prediktor ke-k berukuran (n x 1), $\bar{x}_k$ adalah

rata-rata variabel prediktor ke-*k* dan n adalah banyaknya pengamatan (Rencher & Schaalje, 2008).

2.5 Pengujian Heterogenitas Spasial

Data pengamatan yang berkaitan dengan letak geografis suatu daerah dan diperoleh dari hasil pengukuran disebut data spasial. Data spasial mengandung informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (*attribute*). Suatu lokasi pengamatan akan memiliki kondisi informasi yang berbeda dengan lokasi pengamatan lainnya. Lokasi pengamatan yang saling berdekatan akan memiliki pengaruh hubungan yang lebih besar daripada lokasi pengamatan yang jauh atau disebut efek spasial. Efek spasial dikategorikan menjadi dua, yaitu efek spasial tipe wilayah (autokolerasi spasial) dan efek spasial tipe titik (heterogenitas spasial) (Anselin, 1992).

Autokolerasi spasial menggambarkan kondisi di mana nilai pengamatan pada satu lokasi bergantung pada nilai pengamatan di lokasi lainnya, sedangkan heterogenitas spasial menggambarkan adanya perbedaan karakteristik antar titik lokasi pengamatan (Anselin, 1992). Adanya salah satu efek spasial yaitu heterogenitas spasial, merupakan sebagai syarat dapat dilakukan pemodelan GWPR. Pengujian heterogenitas spasial bertujuan untuk mengetahui apakah data variabel respon merupakan data spasial (heterogenitas spasial). Hipotesis pengujian heterogenitas spasial adalah

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \cdots = \sigma_n^2 = \sigma^2$ (tidak terdapat heterogenitas spasial)

$H_1 :$ paling sedikit satu $\sigma_i^2 \neq \sigma^2;\ i = 1, 2, \cdots, n$ (terdapat heterogenitas spasial)

Salah satu metode pengujian heterogenitas spasial adalah uji Glejser. Langkah-langkah uji Glejser adalah sebagai berikut (Gujarati, 2004):

1. Melakukan penaksiran parameter model regresi Poisson sehingga diperoleh hasil penaksiran $\hat{\mu}_i$ berdasarkan persamaan (2.8)
2. Menghitung nilai mutlak residual model regresi Poisson, yaitu

$$\left|\hat{e}_i\right| = \left|\hat{\mu}_i - \mu_i\right| \tag{2.29}$$

3. Meregresikan $|\hat{e}_i|$ terhadap variabel-variabel prediktor menggunakan persamaan

$$|\hat{e}_i| = a_0 + a_1 X_{i1} + \ldots + a_p X_{ip} + v_i \tag{2.30}$$

atau dalam perkalian matriks dinyatakan sebagai

$$\mathbf{e} = \mathbf{a}^T \mathbf{X} + \mathbf{v} \tag{2.31}$$

dengan $\mathbf{e} = \left[|\hat{e}_1| \quad |\hat{e}_2| \quad \ldots \quad |\hat{e}_n| \right]^T$, $\mathbf{v}$ adalah nilai residual model, yaitu $\mathbf{v} = \left[v_1 \quad v_2 \quad \ldots \quad v_n \right]^T$ dan $\mathbf{X}$ diberikan pada persamaan (2.15). Penaksiran parameter model pada persamaan (2.30) menggunakan *Ordinary Least Square* (OLS), yaitu

$$\hat{\mathbf{a}} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{e} \tag{2.32}$$

Statistik uji diberikan sebagai berikut

$$F = \frac{\text{JKR}}{\text{JKE}} = \frac{(\mathbf{a}^T \mathbf{X}^T \mathbf{e} - n\bar{e}^2) / v_1}{(\mathbf{e}^T \mathbf{e} - \mathbf{a}^T \mathbf{X}^T \mathbf{e}) / v_2}. \tag{2.33}$$

dengan JKR dan JKE berturut-turut adalah Jumlah Kuadrat Regresi dan Jumlah Kuadrat Eror. Statistik uji persamaan (2.33) berdistribusi *F* dengan derajat bebas pembilang $v_1 = p$ dan penyebut $v_2 = n\text{-}p\text{-}1$, dengan *p* adalah banyaknya variabel prediktor dan *n* adalah banyaknya pengamatan. Daerah kritis pengujian hiopotesisnya adalah menolak H_0 pada taraf signifikansi α , jika $F > F_{(\alpha;v_1,v_2)}$ (Rencher, 2000), atau jika $p - value < \alpha$, dengan $p - value = P(F_v > F)$, di mana $F_v \sim F_{v_1,v_2}$ dan F adalah nilai statistik uji. Kesimpulan yang diperoleh jika menolak H_0 adalah variansi variabel respon merupakan data spasial (terdapat heterogenitas spasial).

2.6 Pembobot Spasial Model GWR

Model GWR merupakan salah satu pengembangan model regresi linier global dengan mempertimbangkan spasial atau lokasi. Pada model GWR setiap parameter dihitung di setiap lokasi pengamatan, sehingga lokasi pengamatan

mempunyai nilai parameter regresi yang berbeda-beda. Penaksiran parameter model GWR menggunakan pembobot spasial (Fotheringham, dkk., 2002).

Fungsi dari pembobot spasial adalah untuk memberikan hasil estimasi atau penaksiran parameter yang berbeda pada lokasi yang berbeda. Pembobot untuk setiap lokasi ke-*i* pada koordinat (u_i, v_i) pada data heterogenitas spasial dinyatakan dengan $w(u_i, v_i)$ atau dalam bentuk matriks dinotasikan sebagai $\mathbf{W}(u_i, v_i)$. Matriks pembobot spasial berbasis pada kedekatan titik lokasi pengamatan ke-*i* dengan titik lokasi pengamatan lainnya. Titik lokasi terdekat dari titik lokasi pengamatan ke-*i* akan memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap penaksiran parameter di lokasi pengamatan ke-*i*, sehingga semakin dekat jarak antara lokasi pengamatan dengan titik lokasi maka akan semakin besar juga bobotnya (Lutfiani, 2017).

Salah satu fungsi pembobot spasial adalah fungsi *kernel* (*kernel function*). Fungsi *kernel* memberikan nilai pembobot berdasarkan kedekatan suatu titik ke-*i* terhadap titik lokasi data di sekitar *i*. Kedekatan ini dihitung berdasarkan jarak yang diukur menurut koordinat masing-masing titik (Lutfiani, 2017). Salah satu fungsi *kernel* dalam pembobotan spasial adalah fungsi pembobot *bisquare* yang diperoleh dari persamaan

$$w_{ij} = \begin{cases} \left(1 - \left(d_{ij} / b\right)^2\right)^2, & \text{untuk } d_{ij} < b \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} \geq b \end{cases} \tag{2.34}$$

dengan d_{ij} adalah jarak *euclidean* antara lokasi (u_i, v_i) ke lokasi (u_j, v_j) yang diberikan oleh

$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \tag{2.35}$$

dengan u_i menyatakan letak garis lintang (*latitude*) dan v_i menyatakan letak garis bujur (*longitude*). Nilai *b* adalah *bandwidth* yang bernilai konstan untuk setiap lokasi pada penaksiran model GWR.

(Caraka dan Yasin, 2017).

Wheeler dan Antonio (2010) dalam Lutfiani (2017), menyebutkan bahwa terdapat dua jenis fungsi *kernel* dalam GWR, yaitu *fixed kernel* dan *adaptive kernel*. Fungsi *fixed kernel* memiliki parameter penghalus (*bandwidth*) yang sama untuk setiap titik lokasi pengamatan, sedangkan fungsi *adaptive kernel* memiliki *bandwidth* berbeda sesuai lokasi pengamatan ke-*i*. Fungsi *adaptive kernel* dapat disesuaikan dengan kondisi titik-titik pengamatan, jika titik-titik lokasi pengamatan tersebar secara padat di sekitar lokasi pengamatan ke-*i* maka *bandwidth* yang diperoleh relatif sempit. Sebaliknya jika titik-titik lokasi pengamatan memiliki jarak yang relatif jauh dari titik lokasi pengamatan ke-*i* maka *bandwidth* yang diperoleh akan semakin luas.

Berdasarkan persamaan (2.34) pembobot spasial fungsi *adaptive bisquare* yaitu

$$w_{ij} = \begin{cases} \left(1-\left(d_{ij}/b_i\right)^2\right)^2, & \text{untuk } d_{ij} < b_i \\ 0 & \text{, untuk } d_{ij} \geq b_i,\ j = 1,2,\ldots,56 \end{cases} \tag{2.36}$$

dengan d_{ij} adalah jarak *Euclidean* dan b_i adalah *bandwidth* yang berbeda sesuai lokasi pengamatan ke-*i* (Caraka dan Yasin, 2017). *Bandwidth* pada lokasi ke-*i* ditentukan dengan mencoba *bandwidth* dalam interval tertentu sebanyak *q* percobaan, sehingga diperoleh *bandwidth* optimum.

2.7 Penentuan *Bandwidth* Optimum

Nilai pembobot yang diberikan oleh fungsi *kernel* sangat bergantung pada nilai *bandwidth*. *Bandwidth* dapat dianalogikan seperti radius suatu lingkaran. Sebuah titik lokasi pengamatan yang berada dalam radius atau *bandwidth* lingkaran tersebut dianggap berpengaruh dalam membentuk parameter di titik lokasi pengamatan ke-*i*. Nilai *bandwidth* sangat sensitif terhadap proses penaksiran model lokal. Nilai *bandwidth* yang terlalu besar menyebabkan makin banyak pengamatan yang berada dalam radius *bandwidth* tersebut, sehingga menyebabkan bias yang besar karena model yang diperoleh terlampau halus (*oversmoothing*), atau penaksiran pada setiap lokasi akan menghasilkan model

global (Foteringham dkk., 2002). Sebaliknya nilai *bandwidth* yang terlalu kecil menyebabkan makin sedikit pengamatan yang berada dalam radius *bandwidth*, sehingga varians yang dihasilkan model semakin besar dan model menjadi kasar (*undersmoothing*) (Destyanugraha dan Kurniawan, 2017).

Salah satu metode menentukan *bandwidth* optimum adalah menggunakan kriteria *Generalized Cross-Validation* (GCV). Nilai *bandwidth* optimum diperoleh dari nilai GCV minimum yang diperoleh dari rumus berikut (Foteringham dkk., 2002).

$$GCV = \frac{n\sum_{i=1}^{n}\left[y_i - \hat{y}_i(b_i)\right]^2}{(n-v)} \tag{2.37}$$

dengan $\hat{y}_i(b_i)$ adalah nilai penaksiran dari y_i yang menggunakan *bandwidth* (b_i) dan $v = tr(\mathbf{S})$, $\mathbf{S}$ adalah matriks berukuran *n* x *n* yang didefinisikan oleh

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1^T\left(\mathbf{X}^T\mathbf{W}(u_1,v_1)\mathbf{V}(u_1,v_1)\mathbf{X}\right)^{-1}\mathbf{X}^T\mathbf{W}(u_1,v_1)\mathbf{V}(u_1,v_1) \\ \mathbf{x}_2^T\left(\mathbf{X}^T\mathbf{W}(u_2,v_2)\mathbf{V}(u_2,v_2)\mathbf{X}\right)^{-1}\mathbf{X}^T\mathbf{W}(u_2,v_2)\mathbf{V}(u_2,v_2) \\ \vdots \\ \mathbf{x}_n^T\left(\mathbf{X}^T\mathbf{W}(u_n,v_n)\mathbf{V}(u_n,v_n)\mathbf{X}\right)^{-1}\mathbf{X}^T\mathbf{W}(u_n,v_n)\mathbf{V}(u_n,v_n) \end{bmatrix} \tag{2.38}$$

dengan $\mathbf{x}_i^T = \begin{bmatrix} 1 & x_{i1} & x_{i2} \ldots x_{ip} \end{bmatrix}$, $\mathbf{X}$ adalah matriks dengan elemen data pengamatan yang diberikan pada persamaan (2.15), $\mathbf{W}(u_i, v_i)$ adalah matriks diagonal pembobot spasial untuk lokasi ke-*i*, yaitu

$$\mathbf{W}(u_i,v_i) = \begin{bmatrix} w_{i1}(u_i,v_i) & 0 & \ldots & 0 \\ 0 & w_{i2}(u_i,v_i) & \ldots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \ldots & w_{in}(u_i,v_i) \end{bmatrix}. \tag{2.39}$$

$\mathbf{V}(u_i, v_i)$ adalah matriks diagonal berukuran *n* x *n* dengan elemen diagonal ke-*i*, yaitu

$$\mathbf{V}(u_i,v_i) = \text{diag}\begin{bmatrix} \exp(\mathbf{x}_1^T\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i)) & \exp(\mathbf{x}_2^T\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i)) & \ldots & \exp(\mathbf{x}_n^T\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i)) \end{bmatrix} \tag{2.40}$$

2.8 Model *Geographically Weighted Poisson Regression*

Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR) atau regresi Poisson terboboti geografis merupakan bentuk lokal dari regresi Poisson yang diaplikasikan pada data spasial. Perbedaan antara regresi Poisson global dengan GWPR terdapat pada penaksiran (estimasi) parameter. Model regresi Poisson global memiliki estimasi parameter yang sama untuk setiap lokasi pengamatan sehingga bersifat global, namun model GWPR menghasilkan estimasi parameter yang berbeda untuk setiap wilayahnya, sehingga bersifat lokal (Nakaya, dkk., 2005).

Pemodelan data spasial pada regresi Poisson global akan menjadi kurang representatif karena adanya interpendensi antara data variabel respon dan lokasi pengamatan, yang mengakibatkan nilai penaksir parameter regresi antara satu lokasi pengamatan dengan lainnya berbeda. Salah satu pemodelan spasial yang tepat digunakan untuk data spasial adalah model GWPR. Misal koordinat semua lokasi pengamatan diketahui, berdasarkan model regresi Poisson pada persamaan (2.8) dapat dibentuk model-model lokal yang disebut model GWPR. Model GWPR pada lokasi ke-*i* dengan koordinat (u_i, v_i) adalah

$$\mu_i(u_i, v_i) = \exp\left(\mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i, v_i)\right), \quad i = 1, 2, \ldots n \tag{2.41}$$

dengan $\hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i, v_i) = \left[\beta_0(u_i, v_i) \quad \beta_1(u_i, v_i) \quad \beta_2(u_i, v_i) \quad \cdots \quad \beta_p(u_i, v_i)\right]^T$.

2.8.1 Penaksiran Parameter Model GWPR

Salah satu metode penaksiran parameter model GWPR adalah metode MLE. Penaksiran model GWPR dilakukan pada setiap lokasi pengamatan dan menggunakan pemobot spasial. Berdasarkan fungsi *likelihood* pada persamaan (2.9) maka fungsi *likelihood* dengan pembobot spasial adalah

$$L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) = \prod_{j=1}^{n} f_Y(y_i)^{w_{ij}}$$

$$= \prod_{j=1}^{n} \left[\frac{\exp(-\mu_i)\mu_i^{y_j}}{y_j!} \right]^{w_{ij}}$$

$$L(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i)) == \left[\frac{\exp\left(-\sum_{i=1}^{n} \exp\left(\mathbf{x}_j{}^T \boldsymbol{\beta}(u_i,v_i) \right) \right) \left(\exp\left(\sum_{i=1}^{n} y_j \mathbf{x}_j{}^T \boldsymbol{\beta}(u_i,v_i) \right) \right)}{\prod_{i=1}^{n} y_j !} \right]^{w_{ij}} \tag{2.42}$$

Penaksir ML model GWPR lebih mudah diperoleh dengan memaksimumkan fungsi *log-likelihood*, yaitu

$$\begin{aligned} \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i)) &= \ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i)) \\ &= \sum_{j=1}^{n} w_{ij} \left(y_j \mathbf{x}_j^T \boldsymbol{\beta}(u_i,v_i) - \exp\left(\mathbf{x}_j^T \boldsymbol{\beta}(u_i,v_i) \right) - \ln y_j ! \right) \end{aligned} \tag{2.43}$$

Penaksir parameter $\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i)$ diperoleh dengan memaksimumkan fungsi *log-likelihood* dengan cara mendifferensialkan terhadap $\beta_k(u_i,v_i)$ dan menyamadengankan hasilnya dengan nol, yaitu

$$\frac{\partial \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \boldsymbol{\beta}(u_i,v_i)} = \mathbf{0}, \tag{2.44}$$

dengan $\mathbf{0}$ adalah vektor nol berukuran (p+1). Ruas kiri persamaan (2.44) disebut vektor gradien berdimensi $p+1$, dengan bentuk umum

$$\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i)) = \frac{\partial \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \boldsymbol{\beta}(u_i,v_i)} = \left[\frac{\partial \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \beta_0(u_i,v_i)} \quad \frac{\partial \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \beta_1(u_i,v_i)} \quad \cdots \quad \frac{\partial \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \beta_p(u_i,v_i)} \right]^T \tag{2.45}$$

Komponen-komponen vektor gradien pada persamaan (2.45) dapat dinyatakan dalam bentuk umum, yaitu

$$\frac{\partial \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \beta_k(u_i,v_i)} = \sum_{j=1}^{n} x_{jk} w_{ij} \left(y_j - \exp[\mathbf{x}_j^T \boldsymbol{\beta}(u_i,v_i)] \right), \; k = 0,1,2,\ldots,p \tag{2.46}$$

Berdasarkan persamaan (2.46), vektor gradien pada persamaan (2.45) dapat dinyatakan dalam perkalian matriks, yaitu

$$\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}(u_i,\mathrm{v}_i)) = \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i,v_i) \left(\mathbf{y} - \exp\left[\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i,\mathrm{v}_i) \right] \right) \tag{2.47}$$

dengan $\mathbf{W}(u_i,v_i)$ adalah matriks diagonal pembobot spasial untuk lokasi ke-*i* yang diberikan oleh persamaan (2.39).

Persamaan (2.46) merupakan persamaan nonlinier yang solusi eksaknya tidak dapat ditentukan secara analitik, sehingga untuk menyelesaikannya digunakan pendekatan numerik. Salah satu pendekatan numerik yang dapat digunakan yaitu metode iterasi Newton-Raphson.

Penentuan penaksir MLE dengan algoritma Newton-Raphson memerlukan perhitungan vektor gradien dan matriks Hessian. Matriks Hessian adalah matriks simetris ukuran $(p+1)$ x $(p+1)$ yang elemen-elemennya turunan orde kedua dari fungsi *log-likelihood* $\ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))$ terhadap semua kombinasi komponen-komponen vektor parameter $\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i)$. Bentuk umum matriks Hessian GWPR adalah

$$\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i)) = \begin{bmatrix} \dfrac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \beta_0^2(u_i,v_i)} & \dfrac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \beta_0(u_i,v_i)\partial \beta_1(u_i,v_i)} & \cdots & \dfrac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \beta_0(u_i,v_i)\partial \beta_p(u_i,v_i)} \\ \dfrac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \beta_0(u_i,v_i)\partial \beta_1(u_i,v_i)} & \dfrac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \beta^2{}_1(u_i,v_i)} & \cdots & \dfrac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \beta_1(u_i,v_i)\partial \beta_p(u_i,v_i)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \dfrac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \beta_0(u_i,v_i)\partial \beta_p(u_i,v_i)} & \dfrac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \beta_1(u_i,v_i)\partial \beta_p(u_i,v_i)} & \cdots & \dfrac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \beta_p^2(u_i,v_i)} \end{bmatrix}. \quad (2.48)$$

Elemen-elemen matriks Hessian GWPR pada peramaan (2.48) dapat dinyatakan dalam bentuk umum, yaitu

$$\frac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \beta_k^2(u_i,v_i)} = -\sum_{j=1}^{n} x_{jk}^2 w_{ij} \exp\left(\mathbf{x}_j{}^T \boldsymbol{\beta}(u_i,v_i)\right) \quad (2.49)$$

$$\frac{\partial^2 \ell(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i))}{\partial \beta_k(u_i,v_i)\partial \beta_l(u_i,v_i)} = -\sum_{j=1}^{n} x_{jk} x_{jl} w_{ij} \exp\left(x_i{}^T \boldsymbol{\beta}(u_i,v_i)\right),\ k,l=0,1,2,\ldots,p,\ l,k \neq l \quad (2.50)$$

Berdasarkan persamaan (2.49) dan (2.50), matriks Hessian pada persamaan (2.48) dapat dinyatakan dalam bentuk perkalian matriks, yaitu

$$\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}(u_i,v_i)) = -\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i,v_i)\mathbf{V}(u_i,v_i)\mathbf{X} \quad (2.51)$$

dengan $\mathbf{X}$ diberikan pada persamaan (2.15), $\mathbf{W}(u_i,v_i)$ diberikan pada persamaan (2.39) dan $\mathbf{V}(u_i,v_i)$ adalah matriks diagonal berukuran *n*x*n* diberikan oleh persamaan (2.40). Berdasarkan matriks Hessian (2.51) didapatkan matriks Informasi Fisher, yaitu

$$\mathbf{I}(\hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i, v_i)) = -E\left(\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))\right) = -\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) \quad (2.52)$$

Berdasarkan komponen-komponen vektor gradien $\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))$ pada persamaan (2.47) dan elemen-elemen matriks Hessian, penaksir parameter $\hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i, v_i)$ dapat diperoleh menggunakan iterasi Newton-Raphson dengan algoritma diberikan oleh

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m+1)}(u_i, v_i) = \hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m)}(u_i, v_i) - \left[\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}^{(m)}(u_i, v_i))\right]^{-1} \mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}^{(m)}(u_i, v_i)), \quad m = 0,1,2,\ldots \quad (2.53)$$

Proses iterasi dimulai dengan menentukan nilai awal $\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(0)}(u_i, v_i) = \left[\hat{\beta}_0^{(0)}(u_i, v_i) \quad \hat{\beta}_1^{(0)}(u_i, v_i) \quad \cdots \quad \hat{\beta}_p^{(0)}(u_i, v_i)\right]^T$. Proses iterasi dihentikan sampai iterasi ke-m+1 jika memenuhi $\left\|\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m+1)}(u_i, v_i) - \hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m)}(u_i, v_i)\right\| < \varepsilon$, dengan ε adalah bilangan yang cukup kecil, misal 10^{-12}.

(Caraka dan Yasin, 2017).

2.8.2 Pengujian Kesamaan Model Regresi Poisson dan Model GWPR

Pengujian hipotesis pertama yang dilakukan adalah pengujian kesamaan model regresi Poisson dan GWPR. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan antara model regresi Poisson dengan model GWPR. Hipotesis pengujiannya adalah

$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k; \; i = 1,2,\ldots,n; \; k = 0,1,2,\ldots,p$

(Model regresi Poisson global dan model GWPR identik)

H_1 : minimal ada satu $\beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k$

(Model regresi Poisson global dan model GWPR tidak identik)

Statistik uji kesamaan model regresi Poisson dan model GWPR menggunakan *likelihood ratio*. Pengujian kesamaan model regresi Poisson dan model GWPR menggunakan perbandingan nilai devians masing-masing model, yaitu

$$F_1 = \frac{D(\hat{\boldsymbol{\beta}}) / df_1}{D(\hat{\boldsymbol{\beta}}^*) / df_2} \quad (2.54)$$

dengan $D(\hat{\boldsymbol{\beta}})$ didefinisikan pada persamaan (2.23) dan $D(\hat{\boldsymbol{\beta}}^*)$ didefinisikan oleh

$$D(\hat{\boldsymbol{\beta}}^{*}) = -2\ln\left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega}_{GWPR})}\right) = 2(\ell(\hat{\Omega}_{GWPR}) - \ell(\hat{\omega})) \tag{2.55}$$

dengan $\hat{\Omega}_{GWPR} = \left\{\hat{\beta}_0(u_i,v_i), \hat{\beta}_1(u_i,v_i), \hat{\beta}_2(u_i,v_i), \ldots, \hat{\beta}_p(u_i,v_i)\right\}, i = 1,2,\ldots n$ adalah penaksir ML yang memaksimumkan fungsi *log-likelihood*, dengan

$$\ell(\hat{\Omega}_{GWPR}) = \sum_{i=1}^{n}\left(y_i \mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i,v_i) - \exp\left(\mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i,v_i)\right) - \ln y_i!\right) \tag{2.56}$$

dan $\ell(\hat{\omega})$ diberikan pada persamaan (2.25).

Nilai $D(\hat{\boldsymbol{\beta}})$ pada persamaan (2.23) berdistribusi *chi-square* dengan derajat bebas *p* dan $D(\hat{\boldsymbol{\beta}}^{*})$ berdistribusi *chi-square* dengan derajat bebas *np*. Berdasarkan distribusi $D(\hat{\boldsymbol{\beta}})$ dan $D(\hat{\boldsymbol{\beta}}^{*})$, persamaan (2.55) berdistribusi *F* dengan derajat bebas pembilang $df_1 = p$ dan penyebut $df_2 = np$. Daerah kritis pengujiannya adalah menolak H_0 pada taraf signifikansi α, jika $F_1 > F_{(\alpha;df_1,df_2)}$ atau jika $p-value < \alpha$, dengan $p-value = P(F_v > F_1)$, di mana $F_v \sim F_{df_1,df_2}$ (Caraka dan Yasin, 2017).

2.8.3 Pengujian Parameter Model GWPR

Pengujian parameter model GWPR terdiri dari pengujian secara serentak dan pengujian secara parsial. Pengujian secara serentak dilakukan untuk mengetahui signifikansi parameter $\beta(u_i,v_i)$ terhadap variabel respon secara keseluruhan. Hipotesis pengujian secara serentak adalah

$\mathrm{H}_0 : \beta_1(u_i,v_i) = \beta_2(u_i,v_i) = \cdots = \beta_p(u_i,v_i) = 0$

$\mathrm{H}_1 :$ paling sedikit satu $\beta_k(u_i,v_i) \neq 0; \quad k = 1,2,\cdots,p$

Statistik uji pengujian parameter secara serentak diberikan oleh

$$G_2 = 2(\ell(\hat{\Omega}_{GWPR}) - \ell(\hat{\omega}_{GWPR})) \tag{2.57}$$

dengan $\hat{\Omega}_{GWPR} = \left\{\hat{\beta}_0(u_i,v_i), \hat{\beta}_1(u_i,v_i), \hat{\beta}_2(u_i,v_i), \ldots, \hat{\beta}_p(u_i,v_i)\right\}, i = 1,2,\ldots n$ adalah himpunan parameter di bawah populasi yang memaksimumkan fungsi *log-likelihood* dengan $\ell(\hat{\Omega}_{GWPR})$ diberikan pada persamaan (2.56).

$\hat{\omega}_{GWPR} = \left\{ \hat{\beta}_0(u_i, v_i),\ i = 1, 2, \ldots, n \right\}$ adalah himpunan parameter di bawah H_0 yang memaksimumkan fungsi *log-likelihood* dengan

$$\ell(\hat{\omega}_{GWPR}) = \sum_{i=1}^{n} \left(y_i \hat{\boldsymbol{\beta}}_0(u_i, v_i) - \exp\left(\hat{\boldsymbol{\beta}}_0(u_i, v_i) \right) - \ln y_i ! \right) \tag{2.58}$$

Statistik uji pada persamaan (2.57) dapat dituliskan menjadi

$$G_2 = 2\left[\sum_{j=1}^{n} \left(y_j \mathbf{x}_j^T \hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i, v_i) - \exp\left(\mathbf{x}_j^T \hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i, v_i) \right) + n e^{\hat{\beta}_0(u_i, v_i)} - y_j \hat{\beta}_0(u_i, v_i) \right) \right] . \tag{2.59}$$

Statistik uji G_2 pada persamaan (2.59) mendekati distribusi *chi-square* dengan derajat bebas $v = tr(\mathbf{S})$, yang diberikan pada persamaan (2.38). Daerah kritis pengujiannya adalah menolak H_0 pada taraf signifikansi α, jika $G_2 > \chi^2_{(\alpha, v)}$ atau jika $p - value < \alpha$, di mana $p - value = P(G_v > F_{hitung})$ dengan G_v adalah variabel acak berdistribusi $\chi^2_{(p)}$ dan F_{hitung} adalah nilai statistik uji G_2 .

Pengujian parameter model GWPR secara parsial dilakukan untuk mengetahui apakah variabel prediktor berpengaruh secara individual terhadap variabel respon. Hipotesis pengujian secara parsial untuk parameter $\beta_k(u_i, v_i)$ dengan nilai *k* tertentu $(k = 0, 1, 2, \ldots, p)$ adalah

$\mathrm{H}_0 : \beta_k(u_i, v_i) = 0$
$\mathrm{H}_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq 0$

Statistik uji yang digunakan adalah statistik Wald, yaitu

$$Z_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{se(\hat{\beta}_k(u_i, v_i))} \tag{2.60}$$

dengan $se(\hat{\beta}_k(u_i, v_i))$ adalah nilai *standard error* $\hat{\beta}_k(u_i, v_i)$ yaitu $se(\hat{\beta}_k(u_i, v_i)) = \sqrt{\text{var}(\hat{\beta}_k(u_i, v_i))}$ dengan $\text{var}(\hat{\beta}_k(u_i, v_i))$, yang diperoleh dari elemen diagonal ke-*k* dari invers matriks Informasi Fisher pada lokasi (u_i, v_i), yaitu $\left[\mathbf{I}(\hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i, v_i)) \right]^{-1} = -\left[\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) \right]^{-1}$ dengan $\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))$ diberikan pada persamaan (2.51).

Statistik uji pada persamaan (2.60) mendekati distribusi normal baku untuk ukuran sampel (*n*) yang cukup besar. Daerah kritis pengujian hipotesisnya adalah menolak H_0 pada taraf signifikansi α , jika $\left|Z_{hitung}\right| > Z_{\alpha/2}$ atau jika $p-value < \alpha$ dengan $p-value = 2(1-P(Z > \mid Z_{hitung} \mid))$. Z adalah variabel acak berdistribusi normal baku dan Z_{hitung} adalah nilai statistik uji.

(Caraka dan Yasin, 2017).

2.9 Ukuran Kebaikan Model

Model regresi Poisson dan model GWPR yang diperoleh akan dibandingkan untuk memperoleh model terbaik yang mampu menjelaskan hubungan antara variabel respon dengan variabel-variabel prediktornya. Menurut Widarjono (2017) dalam Fathurahman (2010), salah satu kriteria menentukan model terbaik adalah menggunakan kriteria *Akaike's Information Criterion* (AIC). AIC merupakan ukuran kebaikan yang biasanya digunakan jika pemodelan regresi bertujuan memperoleh faktor-faktor yang berpengaruh terhadap model (Ilmi, 2015).

Besarnya nilai AIC sesuai dengan nilai devians dari model. Semakin kecil nilai devians maka akan semakin kecil tingkat kesalahan yang dihasilkan, sehingga model yang diperoleh semakin tepat. Nilai devians akan semakin kecil jika rasio antara fungsi *likelihood* di bawah H_0 dengan fungsi *likelihood* di bawah populasi semakin besar. Hal ini mengindikasikan bahwa parameter yang diuji semakin mendekati nilai parameter populasi yang sebenarnya, artinya taksiran model semakin baik. Oleh karena itu, menurut Bozdogan (2000) dalam (Ilmi, 2015), model terbaik adalah model dengan nilai AIC terkecil dengan nilai devians terkecil pula. Nilai AIC dirumuskan sebagai berikut

$$AIC = -2\ell(\hat{\boldsymbol{\beta}}) + 2p \tag{2.61}$$

dengan $\ell(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = \ln L(\hat{\boldsymbol{\beta}})$ adalah nilai maksimum fungsi *log-likelihood* model dan *p* adalah banyaknya parameter yang ditaksir.

2.10 Interpretasi Model GWPR

Interpretasi parameter model regresi diperlukan untuk menjelaskan hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor. Hal ini bertujuan menganalisis pengaruh perubahan setiap unit nilai variabel prediktor secara tepat terhadap variabel respon. Langkah pertama dalam interpretasi parameter model regresi adalah menentukan fungsi variabel respon yang menghasilkan fungsi linier dari variabel prediktor, yang disebut fungsi penghubung. Fungsi penghubung yang digunakan dalam regresi Poisson adalah $\ln(\mu_i)$ yang ditunjukkan pada persamaan (2.8).

Berdasarkan model regresi Poisson pada persamaan (2.8), perubahan nilai $\ln(\mu_i)$ karena perubahan nilai variabel prediktor tertentu dari x_k ke $x_k + h$ adalah

$$\begin{aligned}\ln[y(\mathbf{x}\,|\,x_k+h)]-\ln[y(\mathbf{x}\,|\,x_k] &= (\beta_0+\beta_1x_1+\beta_2x_2+\ldots+\beta_k(x_k+h)+\ldots+\beta_px_p)- \\ &\quad (\beta_0+\beta_1x_1+\beta_2x_2+\ldots+\beta_kx_k+\ldots+\beta_px_p) \\ &= h\beta_k \end{aligned} \tag{2.62}$$

Persamaan (2.62) dapat dinyatakan dalam bentuk ekuivalen, yaitu

$$R(x_k)=\frac{y(\mathbf{x}\,|\,x_k+h)}{y(\mathbf{x}\,|\,x_k)}=\mathrm{e}^{h\beta_k},k=1,2,\ldots,p \tag{2.63}$$

dengan $R(x_k)$ menyatakan rasio nilai *y*. Persamaan (2.63) menjelaskan bahwa setiap kenaikan variabel prediktor sebesar *h* satuan, nilai variabel respon (*y*) menjadi $\mathrm{e}^{h\beta_k}$ kali.

Berdasarkan persamaan (2.63), jika setiap kenaikan variabel prediktor x_k sebesar satu satuan maka rasio kenaikan nilai *y* dapat dituliskan sebagai berikut

$$R(x_k)=\frac{y(\mathbf{x}\,|\,x_k+1)}{y(\mathbf{x}\,|\,x_k)}=\mathrm{e}^{\beta_k},k=1,2,\ldots,p \tag{2.64}$$

.

Berdasarkan rasio kenaikan nilai *y* pada persamaan (2.64), dapat ditentukan prediksi rasio perubahan (kenaikan atau penurunan) nilai *y* yang dinyatakan dalam persen. Prediksi rasio perubahan nilai *y* atau $\hat{R}(x_k)$ akibat kenaikan x_k sebesar satu satuan dapat dituliskan

$$\begin{aligned}\hat{R}(x_k) &= \frac{y(\mathbf{x} \mid x_k + 1) - y(\mathbf{x} \mid x_k)}{y(\mathbf{x} \mid x_k)} \\ &= \frac{y(\mathbf{x} \mid x_k + 1)}{y(\mathbf{x} \mid x_k)} - 1 \\ &= \mathrm{e}^{\hat{\beta}_k} - 1 \\ &= (\mathrm{e}^{\hat{\beta}_k} - 1) \text{ x } 100\%,\ k = 1, 2, \ldots, p. \end{aligned} \tag{2.65}$$

Misalkan pada persamaan (2.65) jika diperoleh nilai $\hat{R}(x_k) = c\%$, dengan $c > 0$, interpretasinya adalah setiap kenaikan x_k sebesar satu satuan maka nilai y akan naik c%. Jika prediksi rasio perubahan diperoleh nilai $\hat{R}(x_k) = -c\%$, $c < 0$, maka interpretasinya adalah setiap kenaikan x_k sebesar satu satuan nilai y akan turun c%.

(Hosmer, dkk., 2008).

2.11 Pengertian Kusta

Penyakit kusta atau lepra pertama kali ditemukan pada tahun 1873 oleh Dr Gerhard Arrnauer Henrik Hansen dari Norwegia, sehingga penyakit ini juga disebut Morbus Hansen. Kusta adalah penyakit yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Myobacterium Leprae*. Kusta terkenal sebagai penyakit yang paling ditakuti karena dapat menyebabkan deformitas atau kecacatan tubuh. Penyakit ini dapat menyebabkan kerusakan pada kulit, saraf, anggota gerak dan mata apabila tidak ditangani dengan baik. Penyakit ini menular kepada manusia melalui kontak langsung (kontak lama dan berulang) maupun melalui pernapasan. Kelompok paling berisiko terkena kusta adalah seseorang yang tinggal di daerah endemik dengan kondisi lingkungan yang buruk. Kuman penyebab kusta berkembang biak dalam tubuh manusia dalam waktu 2 hingga 3 hari sejak pertama kali orang tersebut terinfeksi kuman *Myobacterium Leprae*. Kemudian kuman membelah dalam kurun waktu 14 – 21 hari, masa inkubasi 2 – 5 tahun atau lebih, sehingga seseorang yang terinfeksi penyakit kusta dapat saja merasakan gejala-gejalanya setelah bertahun-tahun.

(Kemenkes, 2015).

Menurut teori, penularan kuman kusta ke dalam tubuh manusia adalah melalui saluran pernapasan atas dan melalui kontak kulit yang lama. Faktor kekebalan tubuh berperan penting terjangkitnya kusta pada seseorang. Seseorang dengan kondisi kekebalan tubuh yang rendah akan mudah terinfeksi kuman. Sebagian besar (95%) manusia kebal terhadap kusta, hanya 5% yang dapat tertular oleh kusta. Berdasarkan 5% yang tertular tersebut, sekitar 70% dapat sembuh sendiri dan 30% akan menjadi sakit dengan memperhitungkan pengobatan yang dilakukan (Kemenkes, 2019a).

Tanda-tanda seseorang menderita kusta berbeda-beda sesuai tingkat dan tipe kusta. Terdapat dua tipe kusta yang umum diketahui yaitu kusta tipe kusta kering atau *Pausi Bacilliary* (PB) dan tipe kusta basah atau *Multi Bacilliary* (MB). Tanda-tanda seseorang menderita kusta tipe PB , yaitu adanya bercak berwarna putih seperti panu dan mati rasa, permukaan bercak kering dan kasar serta tidak berkeringat, tidak tumbuh rambut/bulu, bercak pada kulit terdiri antara 1-5 tempat. Kusta tipe ini tidak menular, sedangkan kusta tipe MB adalah ditemukan bercak putih kemerahan yang tersebar merata di seluruh kulit badan, terjadi penebalan dan pembengkakan pada bercak, bercak pada kulit lebih dari 5 tempat, serta terjadi banyak kerusakan saraf tepi. Tipe kusta MB sangat mudah menular.

(Kemenkes, 2015).

Kusta merupakan masalah kesehatan masyarakat yang harus dicegah penularannya melalui pengobatan intensif. Upaya pengobatan tersebut diakukan untuk mencapai eliminasi kusta tingkat provinsi maupun tingkat kabupaten/kota. Indikator untuk mengukur target eliminsi kusta adalah melihat angka prevalensi kusta yaitu < 1/10.000 penduduk. Angka prevalensi atau *Prevalence Rate* (PR) menunjukkan jumlah penderita kusta PB dan MB yang terdaftar atau yang mendapat pengobatan pada waktu tertentu per 10.000 penduduk. Angka ini menunjukkan besarnya masalah kusta di suatu daerah, dengan rumus perhitungan diberikan oleh (Kemenkes, 2019a)

$$PR = \frac{\text{jumlah kasus kusta terdaftar pada suatu saat tertentu}}{\text{jumlah penduduk pada tahun yang sama}} \text{ x } 10.000$$

2.11.1 Faktor Penyebab Kusta

Penyebab kusta diduga disebabkan oleh beberapa faktor, seperti faktor geografis, kondisi lingkungan dan kependudukan serta pelayanan kesehatan masyarakat. Peranan lingkungan sangat penting bagi derajat kesehatan masyarakat di samping faktor kualitas pelayanan kesehatan dan perilaku masyarakat. Penelitian oleh Siswanti & Wijayanti (2018), menyimpulkan bahwa salah satu faktor risiko lingkungan kejadian kusta adalah kepadatan hunian. Kerr-pontes (2004) dalam Juniarti (2015), menyimpulkan bahwa ada korelasi negatif antara pertumbuhan penduduk dengan angka penemuan kusta baru, di mana semakin tinggi pertumbuhan penduduk maka kepadatan juga akan semakin meningkat.

Salah satu kebijaksanaan pemerintah di bidang kesehatan untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat adalah menyediakan berbagai infrastruktur dan pengadaan tenaga kesehatan. Usaha ini dimaksudkan untuk memperbaiki kesejahteraan rakyat, sekaligus sebagai rangka usaha pembinaan dan peningkatan mutu fisikal sumber daya manusia dan Indonesia Sehat 2025. Infrastruktur kesehatan dapat dilihat dari jumlah sarana kesehatan berupa rumah sakit dan puskesmas. Ketersediaan tenaga kerja dapat dihitung dari jumlah dokter, perawat maupun bidan di setiap kabupaten/kota (BPS, 2019a).

Kementerian kesehatan mencatat bahwa sebagian besar negara di dunia kecuali di beberapa negara di Afrika menunjukkan bahwa laki-laki lebih lebih banyak terserang kusta daripada perempuan (Kemenkes, 2019a). Hal ini disebabkan oleh gaya hidup laki-laki yang cenderung tidak sehat dan kebiasaan merokok. Laki-laki berisiko 2,3 kali terhadap kejadian penyakit kusta dibanding perempuan, tetapi jenis kelamin tidak bermakna secara statistik terhadap kejadian penyakit kusta (Kora, 2013). Jenis kelamin mempengaruhi perbedaan bentuk dan proporsi tubuh dan kulit. Berdasarkan penelitian Scollard dalam Kora (2013), menyatakan bahwa kasus kusta lebih dominan terjadi pada pria (47%) dan wanita sebesar 26%. Hal ini karena pria lebih banyak melakukan aktivitas fisik yang bisa mengakibatkan terjadi penurunan daya tahan tubuh dan memungkinkan kuman kusta mudah masuk ke dalam tubuh.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini di lakukan pada bulan Desember sampai Februari 2020. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Statistika Terapan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman.

3.2 Rancangan Penelitian dan Sumber Data Penelitian

Penelitian ini merupakan studi pustaka dan studi empiris, yaitu mengumpulkan referensi, literatur ilmiah serta hasil penelitian sebelumnya yang sejenis untuk memperoleh landasan teori mengenai masalah yang akan diteliti dan mengaplikasikannya pada data jumlah kasus kusta di kabupaten/kota di Pulau Kalimantan. Data penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistika (BPS) Provinsi Kalimantan Timur, BPS Provinsi Kalimantan Barat, BPS Provinsi Kalimantan Selatan, BPS Provinsi Kalimantan Tengah dan BPS Provinsi Kalimantan Utara pada tahun 2018.

3.3 Populasi, Teknik *Sampling* dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian ini adalah jumlah kasus kusta di Pulau Kalimantan, sedangkan sampel penelitiannya adalah jumlah kasus kusta di 56 kabupaten/kota di Pulau Kalimantan pada tahun 2018. Setiap elemen sampel memuat informasi geografis berupa titik koordinat lokasi (lintang dan bujur) yang diperoleh dari koordinat ibu kota masing-masing kabupaten/kota di Pulau Kalimantan. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah teknik pengambilan sampel secara tidak acak (*nonprobability sampling*) yakni teknik *purposive sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu dari peneliti. Pada penelitian ini pertimbangan yang dimaksud yaitu pertimbangan ketersediaan data pengamatan di setiap kabupaten/kota.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini terdiri dari sebuah variabel respon (Y) dan empat variabel prediktor (X). Variabel responnya adalah data jumlah kasus kusta, sedangkan variabel prediktor yang digunakan yaitu jumlah sarana kesehatan (X_1), jumlah tenaga kesehatan (X_2), jumlah penduduk laki-laki (X_3) dan kepadatan penduduk (X_4). Tipe data dan definisi variabel secara rinci dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Notasi	Nama Variabel	Tipe Data	Definisi Operasional	Satuan
Y	Jumlah Kasus kusta	Diskrit	Banyaknya penduduk yang positif menderita kusta di setiap kabupaten/kota	Orang
X_1	Jumlah Sarana Kesehatan	Diskrit	Jumlah rumah sakit umum, rumah sakit khusus, puskesmas, puskesmas pembantu dan klinik kesehatan di setiap kabupaten/kota	Unit
X_2	Jumlah Tenaga Kesehatan	Diskrit	Jumlah dokter, perawat dan bidan di setiap kabupaten/kota	Orang
X_3	Jumlah Penduduk Laki-Laki	Diskrit	Jumlah penduduk berjenis kelamin laki-laki di setiap kabupaten/kota	Orang
X_4	Kepadatan Penduduk	Kontinu	Rasio jumlah penduduk per kilometer persegi	Orang per Km^2

Sumber: Publikasi BPS dan Kementerian Kesehatan

3.5 Teknik Analisis Data

Teknik analisis yang digunakan adalah analisis statistik deskriptif dan pemodelan GWPR. Analisis statistik deskriptif digunakan untuk melihat gambaran jumlah kasus kusta di kabupaten/kota Pulau Kalimantan pada tahun 2018. Pemodelan GWPR digunakan untuk memperoleh faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus kusta di setiap kabupaten/kota di Pulau Kalimantan pada tahun 2018. Adapun langkah-langkah analisis penelitian ini secara umum, yaitu:

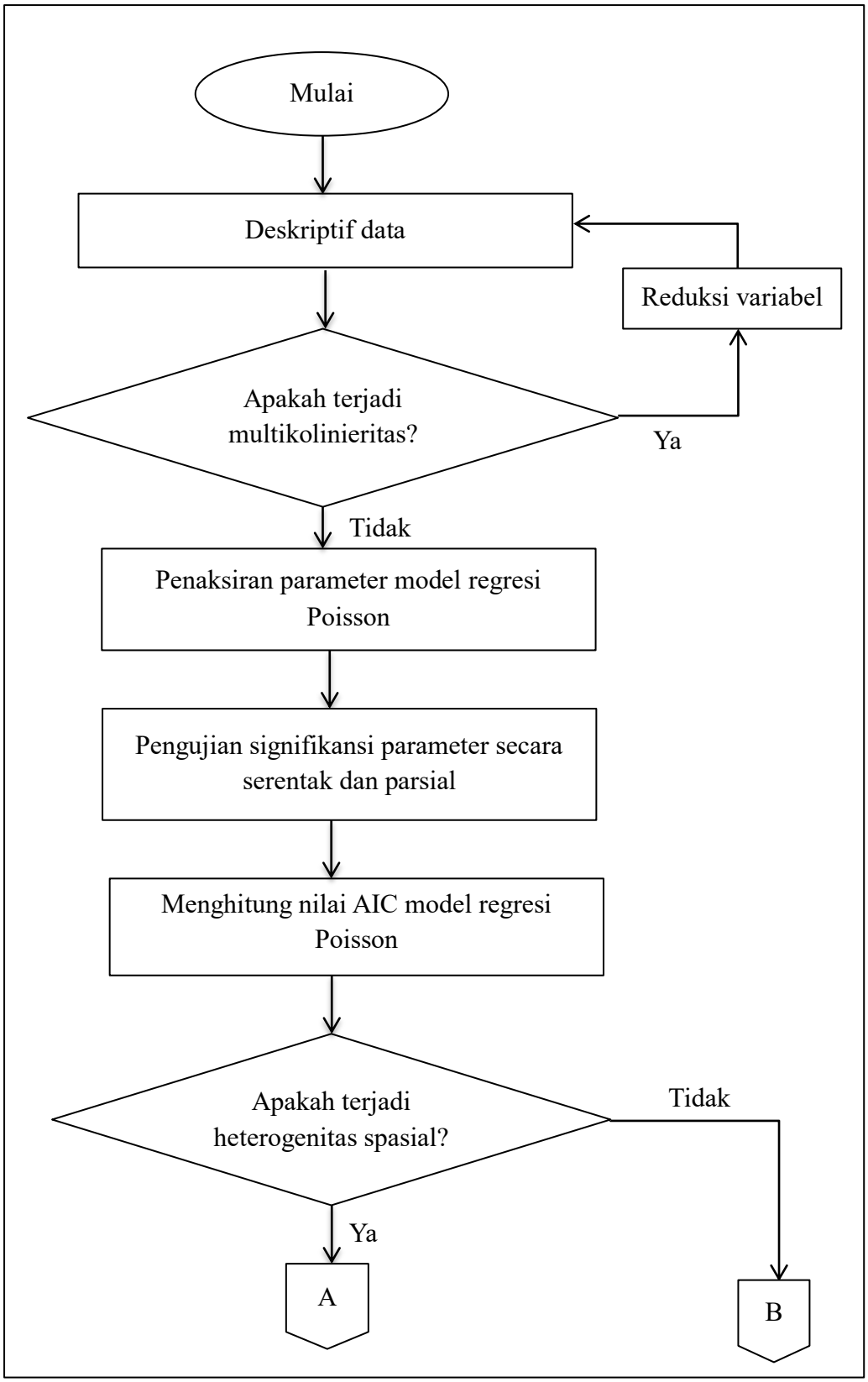
1. Melakukan analisis statistik deskriptif data penelitian menggunakan *software R* dan deskripsi variabel-variabel penelitian dengan gambar peta menggunakan *software ArcviewGIS*
2. Mendeteksi multikolinieritas antar variabel prediktor menggunakan nilai VIF dengan persamaan (2.27)
3. Menganalisis model regresi Poisson dengan langkah-langkah sebagai berikut:
   a. Melakukan penaksiran parameter model regresi Poisson dengan model umum yaitu $\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \beta_4 X_{i4})$
   b. Menguji signifikansi parameter secara serentak dan parsial dengan persamaan (2.23) dan (2.26)
   c. Menghitung nilai AIC model regresi Poisson dengan persamaan (2.61)
4. Mendeteksi heterogenitas spasial dengan persamaan (2.33)
5. Menganalisis model GWPR dengan langkah-langkah sebagai berikut:
   a. Menghitung jarak *Euclidean* antar lokasi pengamatan berdasarkan koordinat lokasi (*latitude* dan *longitude*) dengan persamaan (2.35)
   b. Menentukan lokasi ke-*i* penaksiran model GWPR
   c. Menentukan nilai interval *bandwidth* untuk penaksiran parameter pada lokasi pengamatan ke-*i* dengan batas interval bawah adalah maksimum jarak *Euclidean* pada lokasi ke-*i*, dengan tujuan untuk memenuhi kondisi persamaan (2.36)
   d. Menentukan *q* nilai *bandwidth* yang dicoba dalam interval pada tahap (c)

e. Menghitung pembobot spasial menggunakan fungsi pembobot *adaptive bisquare* berdasarkan satu *bandwidth* yang dipilih dari interval pada lokasi ke-*i* pada tahap (c) dengan persamaan (2.36)
f. Melakukan penaksiran parameter model GWPR pada lokasi ke-*i* berdasarkan *bandwidth* yang dipilih dengan persamaan (2.53)
g. Menghitung nilai GCV pada lokasi ke-*i* berdasarkan *bandwidth* yang dipilih dengan persamaan (2.37)
h. Mengulang tahap (c) sampai (g) untuk nilai *bandwidth* yang lain pada interval tahap (c) untuk lokasi pengamatan ke-*i*
i. Menentukan *bandwidth* optimum untuk penaksiran parameter model GWPR pada lokasi ke-*i* berdasarkan nilai GCV minimum
j. Mengulang tahap (c) sampai (h) untuk lokasi pengamatan yang lain
k. Melakukan penaksiran parameter model GWPR dengan model umum untuk $i = 1,2,\ldots,56$, yaitu

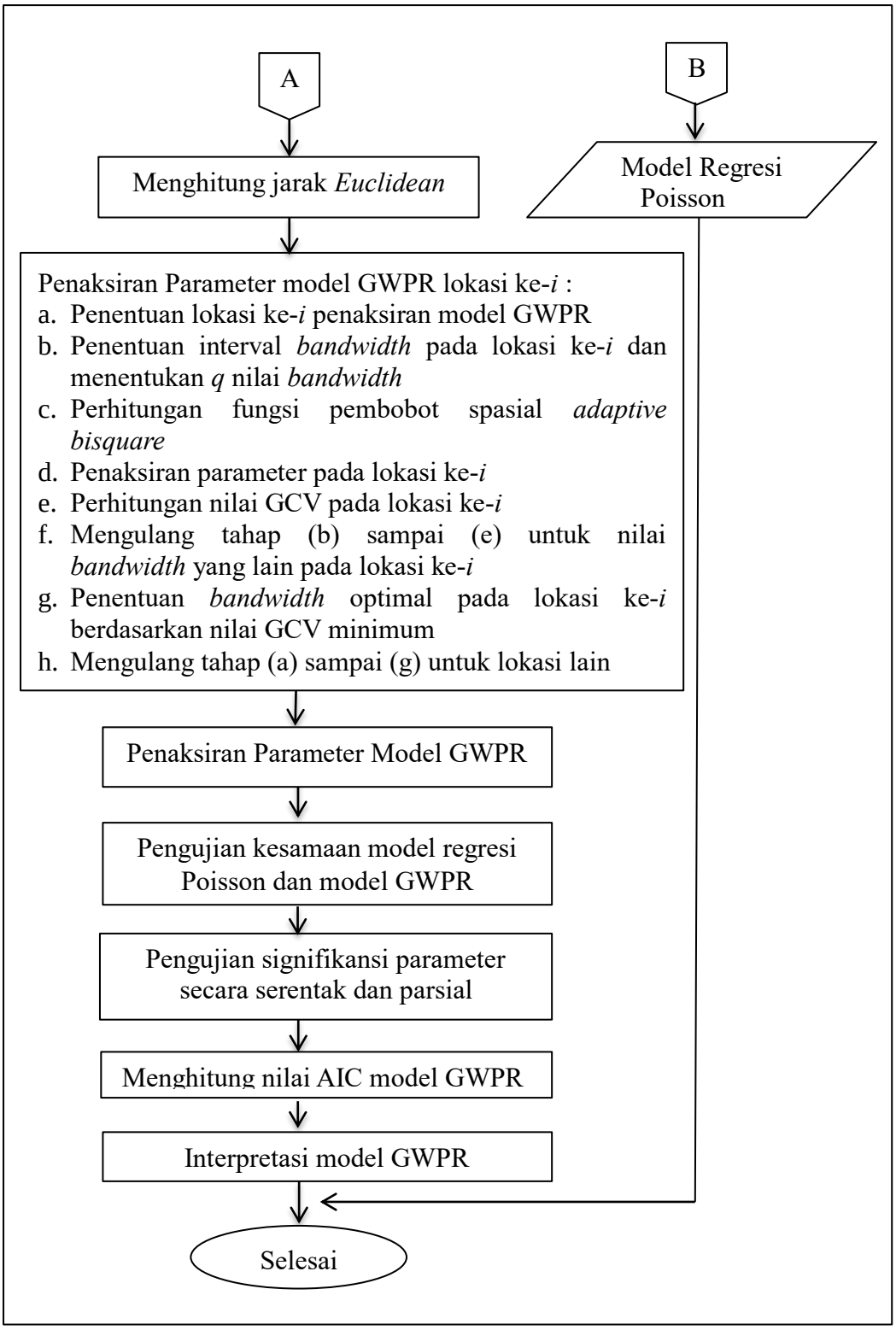
$$\mu(u_i,v_i) = \exp(\beta_0(u_i,v_i) + \beta_1(u_i,v_i)X_{i1} + \beta_2(u_i,v_i)X_{i2} + \beta_3(u_i,v_i)X_{i3} + \beta_4(u_i,v_i)X_{i4})$$

l. Menguji kesamaan model regresi Poisson dan model GWPR dengan persamaan (2.54)
m. Menguji signifikansi parameter model GWPR secara serentak dan parsial dengan persamaan (2.59) dan (2.60)
n. Menghitung nilai AIC model GWPR dengan persamaan (2.61)
o. Menginterpretasi model GWPR pada lokasi tertentu

Tahapan analisis disajikan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan analisis



Gambar 3.1 Tahapan analisis (lanjutan)

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Penelitian

Data penelitian ini terdiri data variabel respon, variabel prediktor dan data koordinat (lintang dan bujur) masing-masing kabupaten/kota di Pulau Kalimantan, meliputi Kalimantan Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan dan Kalimantan Utara. Data variabel respon (Y) adalah jumlah kasus kusta. Data variabel-variabel prediktor terdiri dari jumlah sarana kesehatan (X_1), jumlah tenaga kesehatan (X_2), jumlah penduduk laki-laki (X_3) dan kepadatan penduduk (X_4). Data penelitian ditunjukkan pada Lampiran 1.

4.2 Analisis Statistik Deskriptif

Sub bab ini membahas statistik deskriptif data penelitian meliputi rata-rata, nilai minimum, nilai maksimum, standar deviasi (simpangan baku) dan koefisien variansi (KV). Statistik deskriptif data variabel-variabel penelitian menggunakan *software R* disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Rata-Rata	Minimum	Maksimum	Std. Deviasi	KV (%)
Jumlah Kasus kusta (Y)	9,429	0	57	9,663	102,482
Prevalensi Kasus Kusta Terhadap Jumlah Penduduk	0,0398	0	0,174	0,0392	98,642
Jumlah Sarana Kesehatan (X_1)	66	7	163	39,379	60,023
Jumlah Tenaga Kesehatan (X_2)	751	77	1.448	304,940	40,587
Jumlah Penduduk Laki-laki (X_3)	142.884	1.4053	429.110	92.090	64,451
Kepadatan Penduduk (X_4)	408	1	9.734	1.505,728	373,096

Sumber: Lampiran 2

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa rata-rata jumlah kasus kusta di Pulau Kalimantan adalah 9 orang dengan simpangan baku sebesar 9,663 dan koefisien variansi 102,482%. Koefisien variansi merupakan perbandingan antara standar deviasi dengan rata-rata, semakin besar koefisien variansi menunjukkan data pengamatan semakin heterogen dan sebaliknya. Koefisien variansi bertujuan untuk melihat perbandingan variasi dari dua atau lebih kelompok nilai, yang bebas dari satuan data aktual.

Jumlah kasus kusta terbanyak ditemukan di Kabupaten Kutai Kartanegara yaitu 57 orang dan terendah (0 orang) terdapat di Mahakam Ulu, Sambas, Bengkayang, Landak, Kapuas Hulu, Sekadau, Melawi dan Barito Utara. Jumlah kasus kusta yang ditemukan di Pulau Kalimantan pada tahun 2018 adalah 528 orang dari total penduduk 16.209.809 orang. Rata-rata prevalensi kasus kusta di Pulau Kalimantan pada tahun 2018 adalah 0,039 kasus per 1000 penduduk. Angka prevalensi tertinggi adalah 0,174 kasus per 1000 penduduk, yaitu di Kabupaten Lamandau, Kalimantan Selatan. Hal ini menunjukkan bahwa penyakit kusta di Pulau Kalimantan diduga sebagai penyakit yang jarang terjadi dan berdistibusi Poisson.

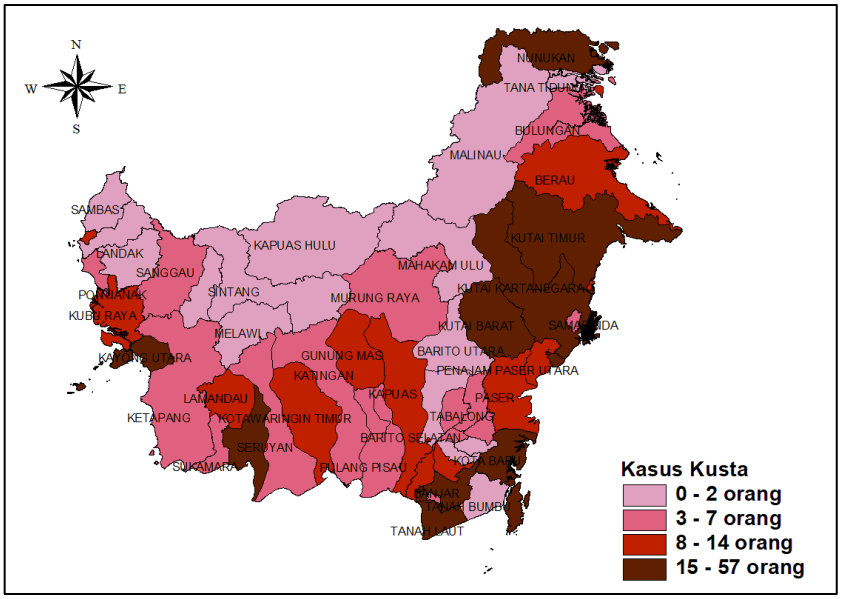
Jumlah sarana kesehatan (X_1) di Pulau Kalimantan terbanyak terdapat di Kotawaringin Timur yaitu 163 unit dan terendah di Kabupaten Mahakam Ulu yaitu 7 unit. Rata-rata sarana kesehatan yang tersedia di seluruh kabupaten/kota adalah 66 unit dengan simpangan baku dan koefisien variansi masing-masing sebesar 39,379 dan 60,023%, sedangkan rata-rata jumlah tenaga kesehatan (X_2) yang tersedia adalah 751 orang dengan tenaga kesehatan terbanyak tersebar di Kabupaten Kapuas yaitu 1.448 orang, sedangkan terendah di Kabupaten Mahakam Ulu yaitu 77 orang.

Secara umum rata-rata jumlah penduduk laki-laki (X_3) di kabupaten/kota Kalimantan adalah 142.884 orang dengan simpangan baku dan koefisien variansi berturut-turut adalah 92,090 dan 64,451%. Jumlah penduduk terendah terdapat di Kabupaten Mahakam Ulu yaitu 14.053 orang dan terbanyak terdapat di Kota Samarinda yaitu 429.110 orang.

Kepadatan penduduk (X_4) di kabupaten/kota Pulau Kalimantan tahun 2018 memiliki rata-rata kepadatan sebesar 404 orang per km^2 dengan koefisien variansi sebesar 373,097%. Kota Banjarmasin merupakan wilayah terpadat penduduknya yaitu 9.734 orang per km^2 dari total luas wilayah 72 km^2. Hal ini menjadikan Kota Banjarmasin menjadi wilayah terpadat di Provinsi Kalimantan Selatan sekaligus di Pulau Kalimantan, sedangkan wilayah dengan kepadatan penduduk terendah adalah Kabupaten Mahakam Ulu yaitu 1,36 orang per km^2 dari wilayah seluas 19.499,41 km^2. Deskripsi data variabel-variabel penelitian menggunakan *software ArcviewGIS* disajikan dalam bentuk peta pada Gambar 4.1 sampai Gambar 4.6.

4.2.1 Jumlah Kasus Kusta

Peta persebaran jumlah penderita kusta di Pulau Kalimantan berdasarkan kabupaten/kota disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Persebaran jumlah kasus kusta di Pulau Kalimantan

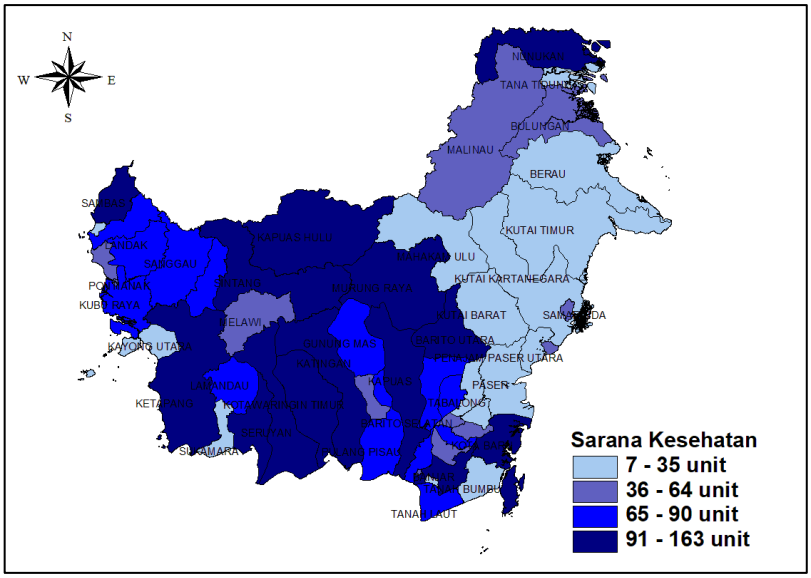
Berdasarkan Gambar 4.1, gradasi warna peta wilayah kabupaten/kota yang semakin gelap menunjukkan bahwa jumlah kasus kusta di kabupaten/kota tersebut semakin tinggi. Wilayah-wilayah berwarna merah muda menunjukkan jumlah kasus kusta antara 0 - 2 orang. Beberapa wilayah yang tidak ditemukan kasus kusta (0 orang) adalah Provinsi Kalimantan Timur (Mahakam Ulu), Provinsi Kalimantan Barat (Sambas, Bengkayang, Landak, Kapuas Hulu, Sekadau, dan Melawi), serta Provinsi Kalimantan Tengah (Barito Utara). Berdasarkan hal

tersebut, menunjukkan bahwa Provinsi Kalimantan Barat adalah wilayah dengan penderita kusta paling sedikit dibandingkan wilayah lainnya.

Peta berwarna merah menunjukkan wilayah dengan jumlah kasus kusta antara 8 – 14 orang, diantaranya adalah di Provinsi Kalimantan Timur (Kabupaten Paser, Berau, Penajam Paser Utara dan Bontang), Provinsi Kalimantan Selatan (Kabupaten Kubu Raya dan Kota Singkawang), Provinsi Kalimantan Barat (Kabupaten Barito Kuala dan Tapin), Provinsi Kalimantan Tengah (Kotawaringin Timur, Kapuas, Lamandau, Gunung Mas dan Tarakan). Peta warna merah tua adalah wilayah yang memiliki jumlah kasus kusta terbanyak yaitu antara 15 hingga 57 orang, yaitu terdapat di Kabupaten Nunukan, Kutai Timur, Kutai Barat, Kutai Kartanegara, Balikpapan, Kabupaten Kayong Utara, Tanah Laut, Kota Baru, Banjar, Banjarmasin dan Kotawaringin Barat.

4.2.2 Jumlah Sarana Kesehatan

Sarana kesehatan dalam penelitian ini terdiri dari rumah sakit umum, rumah sakit khusus, puskesmas, puskesmas pembantu dan klinik kesehatan di setiap kabupaten/kota. Persebaran jumlah sarana kesehatan di Pulau Kalimantan berdasarkan kabupaten/kota disajikan pada Gambar 4.2.



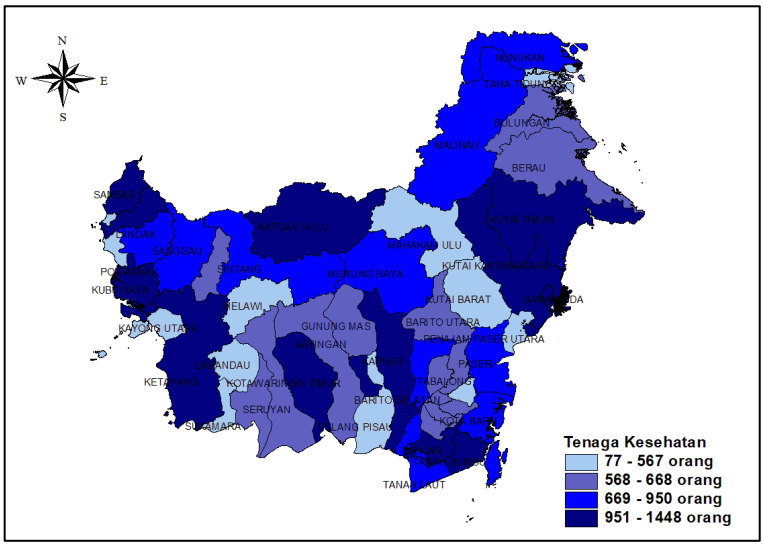
Gambar 4.2 Persebaran sarana kesehatan di Pulau Kalimantan

Berdasarkan Gambar 4.2, jumlah sarana kesehatan di Pulau Kalimantan tersebar secara mengelompok. Hal tersebut dapat dilihat dari warna peta, di mana

wilayah berwarna biru muda adalah wilayah-wilayah yang sebagian besar memiliki sarana kesehatan antara 7 hingga 35 unit. Wilayah-wilayah tersebut sebagian besar terdapat di Provinsi Kalimantan Timur dan sebagian lainnya tersebar di Kalimantan Selatan (Tanah Bumbu) dan Kalimantan Barat (Singkawang dan Kayong Utara). Peta warna biru menunjukkan wilayah-wiayah yang memiliki sarana kesehatan sekitar 65 hingga 90 unit yang didominasi oleh wilayah bagian barat Pulau Kalimantan, serta beberapa lainnya tersebar di Provinsi Kalimantan Selatan. Peta warna biru tua adalah wilayah yang memiliki jumlah sarana kesehatan paling banyak dibandingkan wilayah-wilayah lain, yaitu terdapat 91 hingga 163 unit. Wilayah-wilayah penyebarannya adalah di sebagian wilayah Provinsi Kalimantan Tengah (Kotawaringin Barat, Kotawaringin Timur, Kapuas, Barito Utara, Seruyan dan Murung Raya), Kalimantan Selatan (Kota Baru dan Banjar) dan beberapa wilayah lainnya di Kalimantan Barat, seperti Kabupaten Sambas, Ketapang, Sintang dan Kapuas Hulu.

4.2.3 Jumlah Tenaga Kesehatan

Jumlah tenaga kesehatan pada penelitian ini meliputi jumlah dokter, perawat dan bidan di setiap kabupaten/kota. Peta persebaran jumlah tenaga kesehatan di Pulau Kalimantan berdasarkan kabupaten/kota disajikan pada Gambar 4.3.



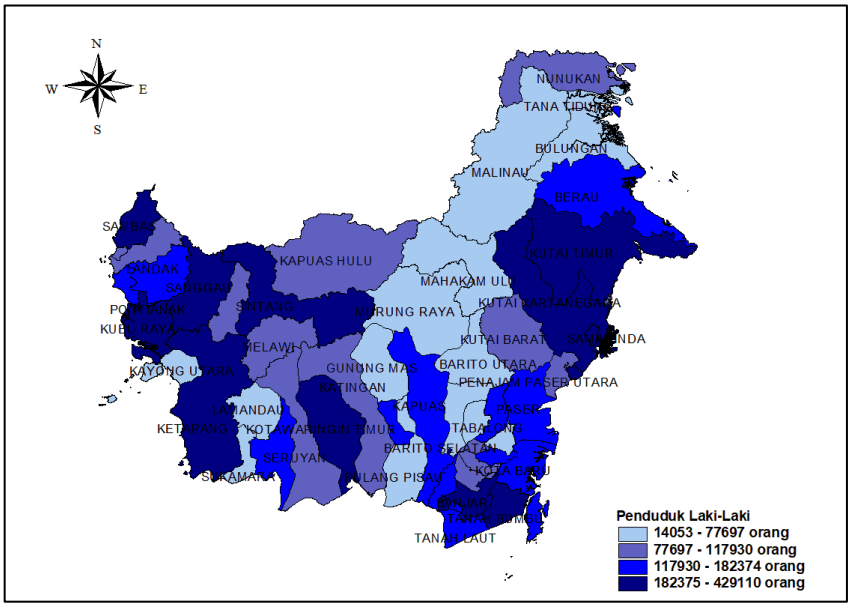
Gambar 4.3 Persebaran tenaga kesehatan di Pulau Kalimantan

Berdasarkan Gambar 4.2, gradasi warna peta wilayah kabupaten/kota yang semakin gelap menggambarkan bahwa jumlah tenaga kesehatan di kabupaten/kota

tersebut semakin tinggi. Peta berwarna biru muda menunjukkan kabupaten/kota dengan jumlah tenaga kesehatan antara 77 sampai dengan 567 orang, yaitu terdapat di Kabupaten Kutai Barat, Mahakam Ulu, Penajam Paser Utara, Berau, Bontang, Mempawah, Melawi, Kayong Utara, Singkawang, Sukamara, Lamandau, Pulang Pisang, Lamandau, Tana Tidung dan Tarakan. Peta wilayah berwarna biru adalah wilayah yang memiliki tenaga kesehatan sebanyak 669 hingga 950 orang, yaitu Kabupaten Nunukan, Tarakan, Malinau, Landak, Sanggau, Sintang, Paser, Pontianak, Tanah Laut, Kota Baru dan Barito Kuala. Peta berwarna biru tua merupakan wilayah yang memiliki jumlah tenaga kesehatan paling banyak yaitu mencapai 961 hingga 1.148 orang. Wilayah-wilayah tersebut terdapat di Provinsi Kalimantan Timur (Kutai Kartanegara, Kutai Timur, Balikpapan dan Samarinda), Provinsi Kalimantan Barat (Sambas, Bengkayang, Ketapang, Kapuas Hulu dan Kubu Raya), Provinsi Kalimantan Selatan (Banjar dan Tanah Bumbu), dan Provinsi Kalimantan Tengah (Kotawaringin Timur, Kapuas dan Palangka Raya).

4.2.4 Jumlah Penduduk Laki-Laki

Jumlah penduduk laki-laki di Pulau Kalimantan tercatat sekitar 8 juta orang. Peta persebaran jumlah penduduk laki-laki di Pulau Kalimantan berdasarkan kabupaten/kota disajikan pada Gambar 4.3.

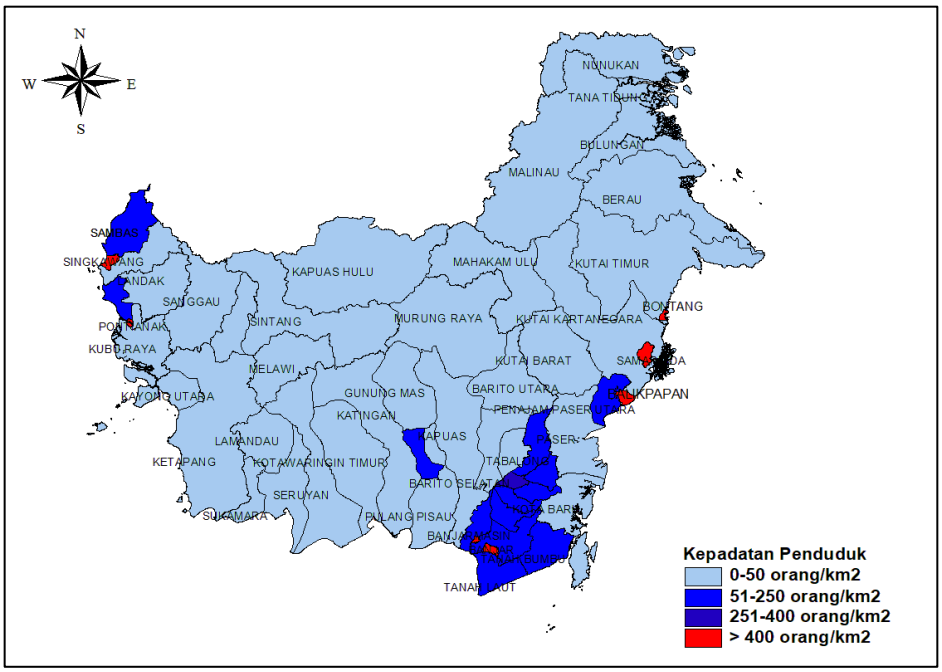


Gambar 4.4 Persebaran jumlah penduduk laki-laki di Pulau Kalimantan

Peta wilayah berwarna biru tua pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa penduduk laki-laki di Pulau Kalimantan paling banyak menyebar di Provinsi Kalimantan Timur (Kabupaten Kutai Timur, Kutai Kartanegara, Samarinda dan Balikpapan), Provinsi Kalimantan Barat (Kabupaten Sambas, Sanggau, Ketapang, Sintang, Kubu Raya dan Pontianak), Provinsi Kalimantan Selatan (Kotawaringin Timur, Banjar dan Banjarmasin). Wilayah berwarna biru muda menggambarkan wilayah-wilayah dengan jumlah penduduk laki-laki di bawah 77.697 orang. Sebagian besar wilayahnya terdapat di Kalimantan Tengah kecuali Kotawaringin Barat, Kotawaringin Timur, Kapuas, Lamandau, Katingan dan Palangka Raya. Wilayah lainnya tersebar di wilayah bagian utara kecuali Nunukan, dan beberapa tersebar di Kalimantan Timur.

4.2.5 Kepadatan Penduduk

Kepadatan penduduk merupakan rasio jumlah penduduk dengan luas wilayah per km^2. Peta kepadatan penduduk di Pulau Kalimantan berdasarkan kabupaten/kota disajikan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Persebaran kepadatan penduduk di Pulau Kalimantan

Berdasarkan Gambar 4.5, gradasi warna peta menunjukkan klasifikasi tingkat kepadatan penduduk yang didasarkan pada Undang-Undang Nomor 56 Tahun 1960, yaitu antara 0-50 orang/km^2 (tidak padat), 51-250 orang/km^2 (kurang

padat), 251-400 orang/km^2 (cukup padat) dan > 400 orang/km^2 (sangat padat). Peta berwarna biru muda adalah wilayah-wilayah yang sebagian besar memiliki kepadatan penduduk antara 0 - 50 orang per km^2 atau termasuk kabupaten/kota tidak padat. Peta warna biru adalah wilayah-wilayah dengan jumlah penduduk tidak padat, yaitu di Provinsi Kalimantan Timur (Penajam Paser Utara), Provinsi Kalimantan Barat (Sambas dan Mempawah), serta sebagian besar lainnya di Provinsi Kalimantan Selatan kecuali Kabupaten Banjar, Hulu Sungai Utara, Banjarmasin dan Banjar Baru, yaitu dengan kepadatan sekitar 51 hingga 250 orang per km^2. Wilayah berwarna biru tua merupakan wilayah yang cukup padat penduduknya, yaitu Kabupaten Hulu Sungai Utara, Kalimantan Selatan yaitu sebanyak 263 orang per km^2, sedangkan wilayah yang sangat padat penduduknya adalah Kota Balikpapan, Samarinda, Bontang, Pontianak, Singkawang, Banjarmasin dan Banjar Baru, yaitu dengan kepadatan di atas 400 orang per km^2. Kabupaten/kota tersebut merupakan wilayah pusat kota/metropolitan berdasarkan klasifikasi kepadatan hunian dalam Peraturan Menteri Negara Perumahan Rakyat Nomor 42 Tahun 2008.

4.3 Pendeteksian Multikolinieritas

Pendeteksian multikolinieritas dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat suatu variabel prediktor yang merupakan kombinasi linier dari variabel-variabel prediktor yang lain. Pendeteksian multikolinieritas dilakukan dengan menghitung nilai VIF berdasarkan persamaan (2.27). Nilai VIF lebih dari 10 menunjukkan adanya multikolinieritas. Perhitungan VIF menggunakan *software R* dan hasil perhitungan disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai VIF Variabel Prediktor

Variabel	VIF
X_1	1,3338
X_2	2,9761
X_3	3,0665
X_4	1,5325

Sumber: Lampiran 3

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat multikolinieritas antar variabel prediktor. Hal ini ditunjukkan dari nilai VIF untuk setiap variabel prediktor kurang dari 10. Berdasarkan hal tersebut keempat variabel prediktor dapat digunakan dalam pemodelan regresi Poisson dan GWPR.

4.4 Pemodelan Regresi Poisson

Sub bab ini membahas penaksiran parameter regresi Poisson global serta pengujian parameter secara serentak dan parsial.

4.4.1 Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson

Model umum regresi Poisson global berdasarkan persamaan (2.8) adalah

$$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \beta_4 X_{i4})$$

dengan μ_i adalah rata-rata jumlah kasus kusta di kabupaten/kota Kalimantan, X_1 menyatakan jumlah sarana kesehatan, X_2 menyatakan jumlah tenaga kesehatan, X_3 menyatakan jumlah penduduk laki-laki, dan X_4 adalah kepadatan penduduk.

Penaksiran parameter model regresi Poisson persamaan (2.8) menggunakan metode MLE dan diselesaikan dengan iterasi Newton Raphson. Penaksir parameter diperoleh dengan menjalankan algoritma iterasi Newton Raphson pada persamaan (2.22). Hasil penaksiran parameter model regresi Poisson menggunakan *software Octave* ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai Taksiran Parameter Model Regresi Poisson

Parameter	Taksiran
β_0	1,9464
β_1	-0,0043
β_2	-0,0003
β_3	$5{,}1\text{x}10^{-6}$
β_4	-0,0001

Sumber : Lampiran 5

Berdasarkan hasil penaksiran parameter pada Tabel 4.3 dengan mengacu pada persamaan (2.8) diperoleh model regresi Poisson global yaitu

$$\hat{\mu}_i = \exp(1,9464 - 0,0043x_{i1} - 0,0003x_{i2} + 0,0000051x_{i3} - 0,0001x_{i4}) \qquad (4.1)$$

Nilai GCV dan AIC model global masing-masing sebesar 79,9511 dan 559,3595. Hasil penaksiran, nilai GCV dan AIC selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5. Setelah diperoleh nilai penaksiran parameter model regresi Poisson, selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara serentak dan parsial.

4.4.2 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson Secara Serentak

Pengujian parameter model regresi Poisson secara serentak bertujuan untuk menguji apakah parameter model berpengaruh secara serentak (simultan) terhadap variabel respon. Hipotesis pengujian secara serentak adalah

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$

(secara serentak variabel-variabel prediktor tidak berpengaruh terhadap rata-rata jumlah kasus kusta di kabupaten/kota di Pulau Kalimantan)

$H_1 :$ paling sedikit satu $\beta_k \neq 0; \quad k = 1, 2, 3, 4$

(secara serentak variabel-variabel prediktor berpengaruh terhadap rata-rata jumlah kasus kusta di kabupaten/kota di Pulau Kalimantan)

Statistik uji pengujian parameter secara serentak adalah statistik *G* yang diberikan oleh persamaan (2.23) dengan $G \sim \chi^2_{(4)}$. Nilai kritis $\chi^2_{(4)}$ dengan taraf signifikansi $\alpha = 0{,}05$ diperoleh dari tabel nilai kritis *chi-square* pada Lampiran 12. Hasil perhitungan statistik uji *G*, nilai kritis, *p-value*, dan keputusan uji ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Parameter Model Regresi Poisson Secara Serentak

Statistik Uji *G*	$\chi^2_{(0,05;4)}$	***P-value***	**Keputusan**
G = 119,5139	9,4887	0,0000	Menolak H_0

Sumber: Lampiran 5

Berdasarkan nilai statistik *G*, *p-value* dan nilai kritis pada Tabel 4.4, diputuskan menolak H_0 pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ karena nilai statistik hitung G = 119,5139 > $\chi^2_{(0,05;4)} = 9,4877$ atau *p-value* = 0,000 < $\alpha = 0,05$. Kesimpulan pengujian hipotesis ini adalah jumlah sarana kesehatan, jumlah tenaga kesehatan, jumlah penduduk laki-laki, dan kepadatan penduduk berpengaruh secara serentak terhadap rata-rata jumlah kasus kusta di kabupaten/kota di Pulau Kalimantan.

4.4.3 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson Secara Parsial

Pengujian parameter secara parsial dilakukan untuk mengetahui apakah variabel prediktor berpengaruh secara individual terhadap variabel respon. Hipotesis pengujian secara parsial adalah

$H_0 : \beta_k = 0,\ k = 0,1,2,3,4$

(variabel prediktor X_k tidak berpengaruh terhadap rata-rata jumlah kasus kusta di kabupaten/kota di Pulau Kalimantan)

$H_1 : \beta_k \neq 0$

(variabel prediktor X_k berpengaruh terhadap rata-rata jumlah kasus kusta di kabupaten/kota di Pulau Kalimantan)

Pengujian parameter secara parsial menggunakan statistik uji W yang diberikan oleh persamaan (2.26) dengan $W \sim Z_{0,025}$. Nilai kritis $Z_{0,025}$ diperoleh dari tabel statistik normal baku pada Lampiran 13. Hasil perhitungan standar eror (SE), statistik uji *W*, nilai kritis, *p-value*, dan keputusan uji secara parsial untuk semua variabel prediktor ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Parameter Secara Parsial

Parameter	Taksiran	SE	$\lvert W_{hitung}\rvert$	$\lvert Z_{0,025}\rvert$	*P-value*	Keputusan
β_0	1,9464	0,13135	14,8175		0,0000	Menolak H_0
β_1	-0,0043	0,00130	-3,2706		0,0011	Menolak H_0
β_2	-0,0003	0,0002	-1,0693	1,96	0,2489	Gagal Menolak H_0
β_3	$5{,}1\text{x}10^{-6}$	$6{,}9\text{x}10^{-7}$	7,3691		0,0000	Menolak H_0
β_4	-0,0001	$3{,}310^{-5}$	-3,0271		0,0025	Menolak H_0

Sumber: Lampiran 5

Berdasarkan Tabel 4.5 disimpulkan bahwa variabel jumlah sarana kesehatan, jumlah penduduk laki-laki, dan kepadatan penduduk masing-masing berpengaruh secara individual terhadap rata-rata jumlah kasus kusta. Hal ini ditunjukkan oleh nilai mutlak statistik *W* ketiga variabel masing-masing lebih dari 1,96 atau *p-value* kurang dari taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ sedangkan jumlah tenaga kesehatan tidak berpengaruh terhadap rata-rata jumlah kasus kusta karena memiliki nilai mutlak statistik *W* kurang dari 1,96 atau nilai *p-value* kurang dari $\alpha = 0,05$.

4.5 Pengujian Heterogenitas Spasial

Salah satu syarat pemodelan GWPR adalah data respon merupakan data spasial (heterogenitas spasial). Salah satu metode pengujian heterogenitas spasial adalah menggunakan uji Glejser. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah data variabel respon merupakan data spasial (heterogenitas spasial). Hipotesis pengujian hetreogenitas menggunkan uji Glejser adalah

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \ldots = \sigma_{56}^2 = \sigma^2$ (tidak terdapat heterogenitas spasial)

H_1 : paling sedikit satu $\sigma_i^2 \neq \sigma^2;\ i = 1,2,\ldots,56$ (terdapat heterogenitas spasial)

Statistik uji dihitung menggunakan statistik F yang diberikan oleh persamaan (2.33) dengan $F \sim F_{(4;51)}$. Nilai F kritis diperoleh dari tabel distribusi F pada Lampiran 14. Hasil perhitungan statistik *F*, nilai kritis, *p-value* dan keputusan uji ditampilkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Heterogenitas Spasial

Statistik Uji *F*	$F_{(0,05;4;51)}$	***P-value***	**Keputusan**
F = 8,353	2,5534	0,0000	Menolak H_0

Sumber: Lampiran 6

Hasil pengujian heterogenitas spasial pada Tabel 4.6 diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 8,353 lebih besar dari nilai *F* kritis sebesar 2,5534 atau *p-value* = 0,0000 lebih kecil dari $\alpha = 0,05$, sehingga diputuskan menolak H_0 yang berarti terdapat heterogenitas spasial. Berdasarkan hal tersebut maka pemodelan yang tepat untuk jumlah kasus kusta di kabupaten/kota Kalimantan adalah pemodelan secara lokal yaitu menggunakan model GWPR.

4.6 Pemodelan GWPR

Sub bab ini membahas langkah-langkah pemodelan GWPR, meliputi perhitungan jarak *Euclidean*, penentuan *bandwidth* optimum, perhitungan pembobot spasial, penaksiran parameter model GWPR, pengujian kesamaan model regresi Poisson dengan GWPR serta pengujian parameter GWPR secara serentak dan parsial.

4.6.1 Perhitungan Jarak *Euclidean*

Langkah pertama untuk memperoleh model GWPR adalah menghitung jarak antar lokasi pengamatan menggunakan jarak *Euclidean* berdasarkan persamaan (2.35). Jarak antar lokasi dihitung berdasarkan koordinat ibu kota masing-masing kabupaten/kota. Misalkan sebagai contoh menghitung jarak *Euclidean* untuk lokasi pertama (u_1, v_1) yaitu Kabupaten Paser dengan kabupaten/kota lainnya, yaitu

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

$$d_{11} = \sqrt{\left(-1,9106 - (-1,9106)\right)^2 + \left(116,1913 - 116,1913\right)^2} = 0$$

$$d_{12} = \sqrt{\left(-1,9106 - (-0,2365)\right)^2 + \left(116,1913 - 115,6948\right)^2} = 1,7462$$

$$\vdots$$

$$d_{156} = \sqrt{\left(-1,9106 - (3,3141)\right)^2 + \left(116,1913 - 117,6049\right)^2} = 5,4126$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk semua lokasi pengamatan hingga jarak antara lokasi ke-56 dengan lokasi lainnya. Hasil perhitungan jarak *Euclidean* untuk lokasi ke-1, 2, 3, 24 dan 56 dengan lokasi lainnya disajikan pada Tabel 4.7 dan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9.

Tabel 4.7 Jarak *Euclidean*

j	***i***						
	d_{1j}	d_{2j}	d_{3j}	…	d_{24j}	…	d_{56j}
1	0	1,7462	1,6750		7,7438		5,4126
2	1,7462	0	1,3202		6,8138		4,0318
3	1,6750	1,3202	0		8,1339		3,8057
4	2,8184	2,0596	1,1445		8,6393		2,7884
5	4,2685	2,9968	2,6423		8,6208		1,1683
6	0,8050	1,4894	0,9085		8,0602		4,7066
7	2,6244	0,8982	2,0215		6,2609		3,6613
8	0,8984	1,5379	0,8509		8,1478		4,6559
9	1,7098	1,4734	0,1552		8,2872		3,8338
10	2,3432	1,7761	0,6791		8,5082		3,2486
11	7,6026	6,5636	7,8794		0,576		8,5038
14	7,5743	6,7579	8,0754		0,554		9,1365
15	5,9535	5,1115	6,4277		1,7974		7,7011
16	6,2125	5,9374	7,1580		2,9254		9,2065
17	5,0996	4,2111	5,5278		2,6503		6,9134

Tabel 4.7 Jarak *Euclidean* (lanjutan)

j	*i*						
	d_{1j}	d_{2j}	d_{3j}	…	d_{24j}	…	d_{56j}
18	4,2952	2,9857	4,2826		3,9482		5,2753
19	5,5768	4,7465	6,0608		2,1715		7,4272
20	4,6812	3,9287	5,2305		3,0712		6,9052
21	6,2715	5,8299	7,0909		2,3687		8,9104
22	7,0178	6,2919	7,6014		1,1162		8,8937
23	7,1086	6,3603	7,6721		0,9944		8,9147
24	7,7438	6,8138	8,1339		0		8,9579
25	2,3566	3,6782	4,0223		7,472		7,6533
26	1,3262	3,0468	2,8976		8,3499		6,6935
27	2,0122	3,2835	3,6636		7,2851		7,2663
28	1,7808	2,8946	3,3782		6,9699		6,9030
29	1,4541	2,7480	3,0964		7,2718		6,7083
30	1,2743	2,5860	2,9147		7,2919		6,5338
31	1,0514	2,3686	2,6819		7,2957		6,3029
32	1,0661	2,2267	2,6360		7,1026		6,1965
33	0,8480	1,9534	2,3616		7,1024		5,9125
34	1,5918	3,2568	3,2173		8,2358		6,9969
35	0,8509	2,1390	2,4542		7,2699		6,0656
36	2,1393	3,2832	3,7590		7,0285		7,2947
37	2,0459	3,3167	3,6977		7,2889		7,3003
38	4,6235	4,7453	5,8168		4,4718		8,4691
39	3,3099	3,5883	4,5661		5,2497		7,4826
40	2,0646	3,0130	3,6095		6,6746		7,0421
41	1,3597	1,7092	2,5035		6,4278		5,7405
42	1,6092	1,0707	2,1611		6,2055		5,0524
43	5,0863	5,1755	6,2665		4,2744		8,8446
44	4,7722	4,6916	5,8377		3,9429		8,2710
45	3,9472	4,4765	5,3565		5,5995		8,4205
46	2,7923	2,8238	3,8761		5,226		6,6840
47	2,0515	2,8429	3,5251		6,4414		6,8745
48	2,4739	2,0532	3,2272		5,2744		5,8191
49	1,0421	1,9512	2,4786		6,8896		5,9509
50	2,0605	1,1964	2,4380		5,801		4,9859
51	2,3260	2,6547	3,5668		5,7895		6,6329
52	5,4800	3,9008	4,0131		8,0909		1,0109
53	4,8990	3,5085	3,3077		8,6194		0,5238
54	5,5641	4,0297	4,0519		8,3743		0,7608
55	6,1792	4,7646	4,5768		9,2996		0,7712
56	5,4126	4,0318	3,8057	…	8,9579	…	0

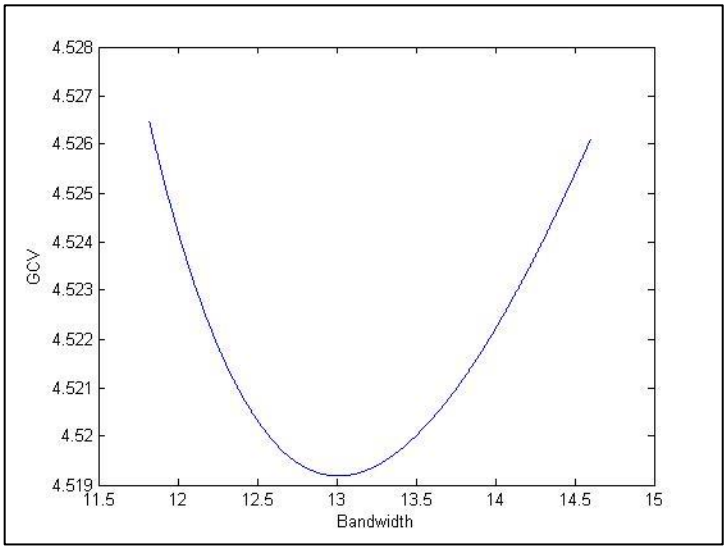
4.6.2 Penentuan *Bandwidth* Optimum

Setelah diperoleh jarak *Euclidean* untuk semua lokasi, selanjutnya adalah menentukan *bandwidth* optimum di setiap lokasi pengamatan menggunakan kriteria GCV berdasarkan persamaan (2.37). Langkah-langkah penentuan *bandwidth* optimum pada lokasi ke-*i* adalah mencoba (*trial and error)* pada suatu interval *bandwidth* [bwb;bwa], di mana bwb adalah batas interval bawah dan bwa adalah batas interval atas dengan bwb memenuhi persamaan (2.36). Selanjutnya menghitung pembobot spasial menggunakan fungsi pembobot *adaptive bisquare* yang diberikan oleh persamaan (2.36). Langkah terakhir adalah melakukan penaksiran parameter model GWPR berdasarkan banyaknya *bandwidth* yang dicoba dalam interval. Penaksiran parameter model GWPR setiap lokasi diperoleh berdasarkan nilai *bandwidth* yang berbeda (*adaptive*).

Sebagai contoh penentuan interval untuk mendapatkan *bandwidth* optimum pada penaksiran parameter model GWPR di lokasi ke-1 (Kabupaten Paser) menggunakan bwb = maksimum jarak *Euclidean* lokasi ke-1 dengan lokasi lainnya, yaitu sebesar 7,7438 dan bwa = 2 *max* d_{1j} yaitu sebesar 15,4876. Berdasarkan interval tersebut, dicoba 1000 *bandwidth* dalam interval [7,7438;15,4876]. Tahap selanjutnya adalah menghitung pembobot spasial menggunakan fungsi pembobot *adaptive bisquare*. Berdasarkan 1000 *bandwidth* yang dicoba dalam interval [7,7438;15,4876] tersebut diperoleh 1000 matriks pembobot spasial yang berbeda. Langkah selanjutnya adalah melakukan penaksiran parameter model GWPR di lokasi ke-1 berdasarkan 1000 *bandwidth* yang dicoba dan diperoleh 1000 penaksir parameter model GWPR yang berbeda.

Berdasarkan 1000 penaksir parameter tersebut diperoleh 1000 nilai GCV yang berbeda. Berdasarkan 1000 GCV tersebut menghasilkan GCV minimum yang bersesuaian dengan *bandwidth* optimum sementara. Tahap selanjutnya menentukan interval *bandwidth* disekitar *bandwidth* optimum sementara dan tahapan mendapatkan *bandwidth* optimum adalah seperti tahapan pada penentuan *bandwidth* optimum sementara. Proses ini diulang sampai memperoleh GCV minimum dan *bandwidth* optimum. Berdasarkan beberapa interval *bandwidth* sementara yang dicoba, diperoleh *bandwidth* optimum sebesar 13,0138, di mana

bandwidth tersebut terdapat dalam interval [11,8210; 14,5987] dan memberikan GCV sebesar 4,5191. Grafik hubungan *bandwidth* pada interval tersebut dan nilai GCV penaksiran parameter model GWPR di lokasi ke-1 disajikan pada Gambar 4.6.

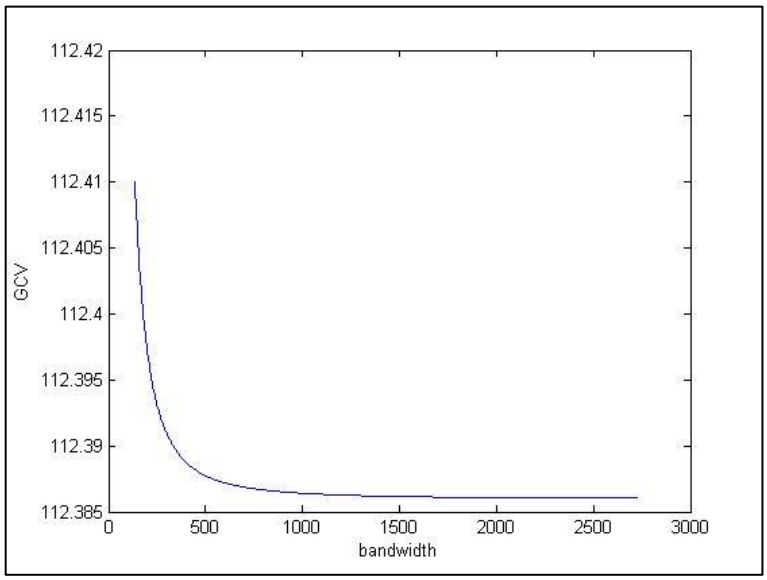


Gambar 4.6 Grafik *bandwidth* optimum lokasi ke-1

Penentuan *bandwidth* optimum untuk penaksiran parameter model GWPR lokasi lain dilakukan dengan tahapan yang sama. Berdasarkan penentuan *bandwidth* optimum di seluruh lokasi diperoleh *bandwidth* optimum pada 16 lokasi pengamatan (kabupaten/kota) adalah sangat besar (∞), yaitu Kabupaten Kutai Barat, Penajam Paser Utara, Bontang, Mempawah, Tapin, Hulu Sungai Selatan, Tanah Bumbu, Barito Selatan, Barito Utara, Sukamara, Seruyan, Pulang Pisau, Gunung Mas, Murung Raya, Malinau dan Bulungan.

Sebagai contoh salah satu lokasi yang memiliki *bandwidth* optimum ∞ adalah lokasi ke-2 (Kabupaten Kutai Barat). Penentuan *bandwidth* optimum untuk penaksiran parameter model GWPR pada lokasi ke-2 (Kabupaten Paser) menggunakan bwb = maksimum jarak *Euclidean* lokasi ke-2 dengan lokasi lainnya yaitu sebesar 6,8137 dan bwa = 20 *max* d_{2j} yaitu sebesar 136,2756. Berdasarkan interval tersebut, dicoba 1000 *bandwidth* dalam interval [6,8137;136,2756]. Berdasarkan tahapan mendapatkan *bandwidth* optimum sementara seperti pada tahapan penentuan *bandwidth* optimum di lokasi ke-1, diperoleh *bandwidth* optimum sementara pada lokasi ke-2 yaitu sebesar 136,2756.

Langkah selanjutnya mencoba interval *bandwidth* sementara lainnya dengan bwb adalah *bandwidth* optimum sementara pada percobaan pertama yaitu sebesar 136,2756 dan bwa = 20 x (136,2756) yaitu sebesar 2.725,5. Berdasarkan 1000 *bandwidth* yang dicoba dalam interval [136,2756;2.725,5], diperoleh *bandwidth* optimum sementara sebesar 2.725,5. Berdasarkan beberapa interval *bandwidth* sementara yang dicoba, diperoleh *bandwidth* optimum sementara yang menghasilkan GCV minimum terdapat pada nilai bwa, sehingga disimpulkan bahwa *bandwidth* optimum di lokasi ke-2 adalah ∞. Grafik hubungan *bandwidth* pada interval [136,2756;2.725,5] dan nilai GCV penaksiran parameter model GWPR di lokasi ke-2 disajikan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik penentuan *bandwidth* lokasi ke-2

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa nilai *bandwidth* optimum di lokasi ke-2 adalah ∞, karena semakin besar nilai *bandwidth* akan menghasilkan GCV semakin kecil. *Bandwidth* yang sangat besar mengakibatkan pembobot spasial (w_{2j}) yang diberikan kepada semua pengamatan pada penaksiran parameter model GWPR pada lokasi ke-2 adalah 1, yakni $w_{2j} = \lim_{b_2 \to \infty} (1-(d_{2j}/b_2)^2)^2 = 1$, dan model GWPR terbaik adalah model global, yang diberikan oleh persamaan (4.1). Hasil perhitungan *bandwidth* optimum dan pembobot spasial untuk lokasi ke-1, 2, 3, 24, dan 56 ditampilkan pada Tabel 4.8 dan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 10.

Tabel 4.8 *Bandwidth* Optimum dan Pembobot Spasial

j	*i*						
	w_{1j}	w_{2j}	w_{3j}	…	w_{24}	…	w_{56}
1	1	1	0,9186		0,1859		0,7207
2	0,9643	1	0,949		0,3132		0,8394
3	0,9671	1	1		0,1387		0,8562
4	0,9084	1	0,9616		0,0853		0,9214
5	0,7964	1	0,8038		0,0871		0,986
6	0,9924	1	0,9757		0,1473		0,7846
7	0,9203	1	0,8826		0,3946		0,8665
8	0,9905	1	0,9787		0,1371		0,7889
9	0,9658	1	0,9993		0,1215		0,8542
10	0,9362	1	0,9864		0,0982		0,8941
11	0,4339	1	0,0064		0,9937		0,3933
12	0,4758	1	0,0198		0,9948		0,3972
13	0,5451	1	0,0632		0,9773		0,4256
14	0,4373	1	0,0011		0,9942		0,3244
15	0,6252	1	0,1504		0,9397		0,4819
16	0,5962	1	0,058		0,8442		0,3169
17	0,7165	1	0,2995		0,8712		0,5678
18	0,794	1	0,5303		0,7261		0,7336
19	0,6665	1	0,2077		0,9125		0,512
20	0,758	1	0,3536		0,8291		0,5687
21	0,5895	1	0,065		0,8964		0,3488
22	0,503	1	0,0207		0,9765		0,3506
23	0,4923	1	0,0163		0,9813		0,3484
24	0,4172	1	0,0004		1		0,3437
25	0,9355	1	0,578		0,2213		0,4872
26	0,9793	1	0,7667		0,1147		0,5913
27	0,9528	1	0,6418		0,2466		0,5296
28	0,9629	1	0,6904		0,2907		0,569
29	0,9752	1	0,7361		0,2484		0,5898
30	0,9809	1	0,7641		0,2457		0,6082
31	0,987	1	0,7982		0,2452		0,6323
32	0,9866	1	0,8047		0,272		0,6432
33	0,9915	1	0,8416		0,272		0,672
34	0,9703	1	0,7168		0,1272		0,5588
35	0,9915	1	0,8295		0,2487		0,6566
36	0,9467	1	0,6251		0,2824		0,5265
37	0,9512	1	0,6359		0,2461		0,5259
38	0,7635	1	0,2487		0,6566		0,3971
39	0,8748	1	0,4776		0,5455		0,5059

Tabel 4.8 *Bandwidth* Optimum dan Pembobot Spasial (lanjutan)

j	i						
	w_{1j}	w_{2j}	w_{3j}	…	w_{24}	…	w_{56}
40	0,9503	1	0,6512		0,3334		0,554
41	0,9783	1	0,8229		0,3698		0,689
42	0,9697	1	0,8664		0,4029		0,7541
43	0,7178	1	0,1748		0,6834		0,356
44	0,7491	1	0,2451		0,7268		0,4189
45	0,8245	1	0,3305		0,4936		0,4024
46	0,91	1	0,6043		0,549		0,5923
47	0,9509	1	0,6657		0,3678		0,572
48	0,929	1	0,7152		0,5419		0,6813
49	0,9872	1	0,8262		0,3022		0,6681
50	0,9505	1	0,8316		0,4635		0,7601
51	0,9371	1	0,6585		0,4652		0,5978
52	0,6768	1	0,5797		0,1437		0,9895
53	0,7367	1	0,7021		0,0872		0,9972
54	0,6678	1	0,5726		0,1121		0,994
55	0,5999	1	0,4756		0,0323		0,9939
56	0,684	1	0,6169		0,0571		1
b_i	13,01382	∞	8,21519	…	10,26777	…	13,92602

Sumber: Lampiran 10

Berdasarkan Tabel 4.8, dapat dilihat bahwa pembobot spasial yang diberikan oleh pengamatan pada lokasi ke-2 (Kabupaten Kutai Barat) untuk model GWPR pada lokasi pertama (Kabupaten Paser) lebih besar daripada pembobot spasial untuk pengamatan pada lokasi ke-11 (Kabupaten Sambas). Hal ini dikarenakan jarak antara Kabupaten Kutai Barat lebih dekat dengan Kabupaten Paser daripada jarak dengan Kabupaten Sambas, yang ditunjukkan oleh Tabel 4.7. Hal ini menunjukkan bahwa semakin jauh jarak kabupaten/kota yang diteliti dengan kabupaten/kota lainnya, maka pembobot spasial yang diberikan akan semakin kecil. Tahap selanjutnya setelah menentukan jarak *Euclidean*, *bandwidth* optimum, dan pembobot spasial adalah melakukan penaksiran parameter model GWPR pada setiap kabupaten/kota, melakukan pengujian kesamaan model, serta pengujian signifikansi parameter secara serentak dan secara parsial.

4.6.3 Penaksiran Parameter Model GWPR

Model umum GWPR berdasarkan persamaan (2.41) untuk lokasi pengamatan ke-*i* (*i* = 1,2,…,56), adalah

$$\mu(u_i,v_i)=\exp(\beta_0(u_i,v_i)+\beta_1(u_i,v_i)X_{i1}+\beta_2(u_i,v_i)X_{i2}+\beta_3(u_i,v_i)X_{i3}+\beta_4(u_i,v_i)X_{i4}),$$

dengan $\mu(u_i,v_i)$ adalah rata-rata jumlah kasus kusta di lokasi pengamatan ke-*i*. Penaksiran parameter model GWPR pada persamaan (2.41) menggunakan metode MLE dan diselesaikan dengan iterasi Newton Raphson. Penaksir parameter setiap lokasi pengamatan diperoleh dengan menjalankan algoritma iterasi Newton Raphson pada persamaan (2.53). Hasil penaksiran parameter model GWPR di beberapa lokasi ditunjukkan pada Tabel 4.9 dan selengkapnya disajikan pada Lampiran 15.

Tabel 4.9 Nilai Taksiran Parameter Model GWPR

i	**Taksiran Parameter**				
	$\hat{\beta}_0(u_i,v_i)$	$\hat{\beta}_1(u_i,v_i)$	$\hat{\beta}_2(u_i,v_i)$	$\hat{\beta}_3(u_i,v_i)$	$\hat{\beta}_4(u_i,v_i)$
1	1,8425	-0,0038	-0,0001	$4{,}86\text{x}10^{-6}$	$-8{,}89\text{x}10^{-5}$
2	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1{,}00\text{x}10^{-4}$
3	1,6307	-0,0044	0,0005	$3{,}75\text{x}10^{-6}$	$-6{,}33\text{x}10^{-5}$
4	1,6036	-0,0051	0,0007	$3{,}32\text{x}10^{-6}$	$-6{,}04\text{x}10^{-5}$
5	1,5616	-0,0068	0,0010	$2{,}65\text{x}10^{-6}$	$-6{,}18\text{x}10^{-5}$
6	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1{,}00\text{x}10^{-4}$
7	1,6087	-0,0069	0,0007	$3{,}43\text{x}10^{-6}$	$-5{,}73\text{x}10^{-5}$
8	1,6492	-0,0036	0,0003	$4{,}08\text{x}10^{-6}$	$-6{,}68\text{x}10^{-5}$
9	1,6280	-0,0043	0,0005	$3{,}73\text{x}10^{-6}$	$-6{,}31\text{x}10^{-5}$
10	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1{,}00\text{x}10^{-4}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
24	2,3509	-0,0036	-0,0016	$7{,}95\text{x}10^{-6}$	$-1{,}21\text{x}10^{-4}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
56	1,7723	-0,0056	0,0003	$7{,}81\text{x}10^{-6}$	$-1{,}30\text{x}10^{-4}$

Sumber : Lampiran 15

Berdasarkan Tabel 4.9, diperoleh model GWPR untuk Kabupaten Paser, Kabupaten Kutai Barat, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kota Singkawang dan Kota Tarakan berturut-turut adalah

$$\begin{aligned}
\hat{\mu}(u_1, v_1) &= \exp(1,8425 - 0,0038x_1 - 0,0001x_2 + 0,00000486x_3 - 0,00088x_4) \\
\hat{\mu}(u_2, v_2) &= \exp(1,9464 - 0,0043x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000511x_3 - 0,0001x_4) \\
\hat{\mu}(u_3, v_3) &= \exp(1,6307 - 0,0044x_1 - 0,0005x_2 + 0,00000375x_3 - 0,000063x_4) \\
\hat{\mu}(u_{24}, v_{24}) &= \exp(2,3509 - 0,0036x_1 - 0,0016x_2 + 0,00000745x_3 - 0,000134x_4) \\
\hat{\mu}(u_{56}, v_{56}) &= \exp(1,7723 - 0,0056x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000402x_3 - 0,000082x_4)
\end{aligned} \quad (4.2)$$

Nilai GCV dan AIC model GWPR adalah sebesar 67,6959 dan 478,6258, sehingga disimpulkan bahwa model GWPR lebih baik dari model regresi Poisson global karena model GWPR memiliki nilai GCV dan AIC lebih kecil daripada model regresi Poisson.

4.6.4 Pengujian Kesamaan Model Regresi Poisson dan Model GWPR

Pengujian kesamaan model bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan antara model regresi Poisson dengan model GWPR. Hipotesis pengujiannya adalah

$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k;\ k = 0,1,2,3,4; i = 1,2,\ldots,56$

(Model regresi Poisson global dan model GWPR identik)

H_1 : minimal ada satu $\beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k,\ k = 0,1,2,3,4;\ i = 1,2,\ldots,56$

(Model regresi Poisson global dan model GWPR tidak identik)

Statistik uji pengujian kesamaan model adalah statistik F_1 yang diberikan oleh persamaan (2.54) dengan $F_1 \sim F_{(4;224)}$. Nilai *F* kritis diperoleh dari tabel distribusi *F* pada Lampiran 14. Hasil perhitungan statistik uji, nilai kritis, *p-value*, dan keputusan uji ditampilkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kesamaan Model Regresi Poisson dan GWPR

Statistik Uji F_1	$F_{(0,05;4;224)}$	***P-value***	**Keputusan**
F_1= 40,2500	2,4119	0,0012	Menolak H_0

Sumber: Lampiran 11

Berdasarkan nilai statistik uji kesamaan model pada Tabel 4.10, dengan menggunakan taraf signifikansi 0,05 diputuskan menolak H_0 karena $F_1 = 40,2500 > F_{(0,05;4;224)} = 2,4119$ atau *p-value* = 0,0012 < $\alpha = 0,05$, sehingga disimpulkan bahwa model regresi Poisson global berbeda dengan model GWPR.

4.6.5 Pengujian Parameter Model GWPR Secara Serentak

Pengujian secara serentak dilakukan untuk mengetahui apakah variabel-variabel prediktor berpengaruh terhadap variabel respon secara keseluruhan, Hipotesis pengujian secara serentak adalah

$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \cdots = \beta_4(u_i, v_i) = 0, \quad i = 1, 2, \ldots 56$

$H_1 :$ paling sedikit satu $\beta_k(u_i, v_i) \neq 0; \quad k = 1, 2, 3, 4; i = 1, 2, \ldots, 56$

Statistik uji pengujian parameter secara serentak diberikan oleh persamaan (2.57), dengan $G_2 \sim \chi^2_{(8)}$. Nilai kritis χ^2_8 diperoleh dari tabel distribusi *chi-square* pada Lampiran 13. Hasil perhitungan statistik uji, nilai kritis, *p-value*, dan keputusan uji ditampilkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Parameter Model GWPR Secara Serentak

Statistik Uji G_2	$\chi^2_{(0,05;8)}$	***P-value***	**Keputusan**
G_2= 133,1760	15,5073	0,000	Menolak H_0

Sumber: Lampiran 11

Berdasarkan Tabel 4.11 menunjukkan bahwa nilai statistik uji $G_2 = 133{,}1760 > \chi^2_{(0,05;8)} = 15{,}5073$ atau *p-value* = 0,000 < $\alpha = 0{,}05$, sehingga diputuskan menolak H_0. Kesimpulan pengujian hipotesis ini adalah jumlah sarana kesehatan, jumlah tenaga kesehatan, jumlah penduduk laki-laki, dan kepadatan penduduk secara keseluruhan berpengaruh terhadap jumlah kasus kusta di kabupaten/kota di Pulau Kalimantan.

4.6.6 Pengujian Parameter Model GWPR Secara Parsial

Pengujian parameter model GWPR secara parsial dilakukan untuk mengetahui apakah variabel prediktor berpengaruh secara individual terhadap variabel respon. Hipotesis pengujian secara parsial adalah

$\mathrm{H}_0 : \beta_k(u_i, v_i) = 0, \; k = 0, 1, 2, 3, 4; \; i = 1, 2, \ldots, 56$

$\mathrm{H}_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq 0$

Statistik pengujian hipotesisnya adalah statistik Wald yang diberikan oleh persamaan (2.60). Keputusan pengujian adalah menolak H_0 pada taraf signifikansi $\alpha = 0{,}05$ jika $|Z_{hitung}| > |Z_{0,025}| = 1{,}96$ atau jika $p - value < 0{,}05$. Hasil taksiran

parameter ($\hat{\beta}$), standar eror (SE), statistik uji (Z_{hitung}) dan *p-value* pengujian parameter model GWPR secara parsial untuk semua lokasi dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Parameter Model GWPR Secara Parsial

i	**Taksiran, SE dan Statistik Uji**	**Parameter**				
		$\beta_0(u_i,v_i)$	$\beta_1(u_i,v_i)$	$\beta_2(u_i,v_i)$	$\beta_3(u_i,v_i)$	$\beta_4(u_i,v_i)$
1	Taksiran	1,8425	-0,0038	-0,0001	$4{,}86\text{x}10^{-6}$	$-8{,}89\text{x}10^{-5}$
	SE	0,14671	0,00138	0,00027	$7{,}19\text{x}10^{-7}$	$3{,}54\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	12,5591	2,7793	0,3467	6,7479	2,5111
	p-value	0,0000	0,0054	0,7288	$1{,}50\text{x}10^{-11}$	0,0120
2	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1\text{x}10^{-4}$
	SE	0,13136	0,00131	0,00025	$6{,}93\text{x}10^{-7}$	$3{,}30\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	14,8175	3,2706	1,0693	7,3691	3,0271
	p-value	0,0000	0,0011	0,2849	$1{,}70\text{x}10^{-13}$	0,0025
3	Taksiran	1,6307	-0,0044	0,0005	$3{,}75\text{x}10^{-6}$	$-6{,}33\text{x}10^{-5}$
	SE	0,17457	0,00166	0,00030	$7{,}76\text{x}10^{-7}$	$4{,}58\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	9,3411	-2,6446	1,5926	4,8295	-1,3820
	p-value	0,0000	0,0082	0,1112	$1{,}37\text{x}10^{-6}$	0,1670
4	Taksiran	1,6036	-0,0051	0,0007	$3{,}32\text{x}10^{-6}$	$-6{,}04\text{x}10^{-5}$
	SE	0,17992	0,00182	0,00032	$8{,}13\text{x}10^{-7}$	$5{,}32\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	8,9127	2,8302	2,1061	4,0814	1,1349
	p-value	0,0000	0,0047	0,0352	$4{,}48\text{x}10^{-5}$	0,2564
5	Taksiran	1,5616	-0,0068	0,0010	$2{,}65\text{x}10^{-6}$	$-6{,}18\text{x}10^{-5}$
	SE	0,19475	0,00218	0,00036	$9{,}21\text{x}10^{-7}$	$7{,}45\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	8,0187	3,1461	2,7328	2,8814	0,8297
	p-value	0,0000	0,0017	0,0063	$3{,}96\text{x}10^{-3}$	0,4067
6	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1{,}00\text{x}10^{-4}$
	SE	0,13136	0,00131	0,00025	$6{,}93\text{x}10^{-7}$	$3{,}30\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	14,8175	3,2706	1,0693	7,3691	3,0271
	p-value	0,0000	0,0011	0,2849	$1{,}70\text{x}10^{-13}$	0,0025
7	Taksiran	1,6087	-0,0069	0,0007	$3{,}43\text{x}10^{-6}$	$-5{,}73\text{x}10^{-5}$
	SE	0,19575	0,00198	0,00035	$8{,}99\text{x}10^{-7}$	$5{,}91\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	8,2182	3,4959	1,9645	3,8196	0,9706
	p-value	0,0000	0,0005	0,0495	$1{,}34\text{x}10^{-4}$	0,3317
8	Taksiran	1,6492	-0,0036	0,0003	$4{,}08\text{x}10^{-6}$	$-6{,}68\text{x}10^{-5}$
	SE	0,17418	0,00159	0,00030	$7{,}66\text{x}10^{-7}$	$4{,}20\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	9,4682	2,2988	1,1269	5,3249	1,5918
	p-value	0,0000	0,0215	0,2598	$1{,}01\text{x}10^{-7}$	0,1114

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Parameter Model GWPR Secara Parsial (lanjutan)

i	Taksiran, SE dan Statistik Uji	Parameter				
		$\beta_0(u_i,v_i)$	$\beta_1(u_i,v_i)$	$\beta_2(u_i,v_i)$	$\beta_3(u_i,v_i)$	$\beta_4(u_i,v_i)$
9	Taksiran	1,6280	-0,0043	0,0005	3,73x10^{-6}	-6,31x10^{-5}
	SE	0,17538	0,00167	0,00030	7,78x10^{-7}	4,60x10^{-5}
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	9,2823	2,5981	1,6100	4,7929	1,3706
	p-value	0,0000	0,0094	0,1074	1,64x10^{-6}	0,1705
10	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	5,11x10^{-6}	-1,00x10^{-4}
	SE	0,13136	0,00131	0,00025	6,93x10^{-7}	3,30x10^{-5}
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	14,8175	3,2706	1,0693	7,3691	3,0271
	p-value	0,0000	0,0011	0,2849	1,70x10^{-13}	0,0025
11	Taksiran	2,5406	-0,0019	-0,0022	7,95x10^{-6}	-1,21x10^{-4}
	SE	0,24727	0,00321	0,00064	2,19x10^{-6}	7,16x10^{-5}
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	10,2742	0,5847	3,5012	3,6323	1,6877
	p-value	0,0000	0,5587	0,0005	2,81x10^{-4}	0,0915
12	Taksiran	2,4510	-0,0026	-0,0019	7,81x10^{-6}	-1,30x10^{-4}
	SE	0,22920	0,00276	0,00056	1,83x10^{-6}	6,20x10^{-5}
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	10,6937	0,9518	3,4440	4,2603	2,0925
	p-value	0,0000	0,3412	0,0006	2,04x10^{-5}	0,0364
13	Taksiran	2,3708	-0,0030	-0,0017	7,58x10^{-6}	-1,31x10^{-4}
	SE	0,21485	0,00243	0,00050	1,58x10^{-6}	5,53x10^{-5}
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	11,0345	1,2389	3,3546	4,7950	2,3729
	p-value	0,0000	0,2154	0,0008	1,63x10^{-6}	0,0176
14	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	5,11x10^{-6}	-1,00x10^{-4}
	SE	0,13136	0,00131	0,00025	6,93x10^{-6}	3,30x10^{-5}
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	14,8175	3,2706	1,0693	7,3691	3,0271
	p-value	0,0000	0,0011	0,2849	1,70x10-13	0,0025
15	Taksiran	2,3082	-0,0033	-0,0015	7,37x10^{-6}	-1,29x10^{-4}
	SE	0,20782	0,00226	0,00047	1,44x10^{-6}	5,21x10^{-5}
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	11,1066	1,4559	3,1980	5,1020	2,4862
	p-value	0,0000	0,1454	0,0014	3,36x10^{-7}	0,0129
16	Taksiran	2,2087	-0,0026	-0,0012	7,03x10^{-6}	-1,25x10^{-4}
	SE	0,18881	0,00187	0,00039	1,19x10^{-6}	4,34x10^{-5}
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	11,6978	1,3702	3,1615	5,9093	2,8844
	p-value	0,0000	0,1706	0,0016	3,44x10^{-9}	0,0039
17	Taksiran	2,1011	-0,0044	-0,0008	6,25x10^{-6}	-1,17x10^{-4}
	SE	0,17476	0,00176	0,00036	1,01x10^{-6}	4,25x10^{-5}
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	12,0227	2,5171	2,2152	6,1768	2,7571
	p-value	0,0000	0,0118	0,0267	6,54x10^{-10}	0,0058

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Parameter Model GWPR Secara Parsial (lanjutan)

i	Taksiran, SE dan Statistik Uji	Parameter				
		$\beta_0(u_i,v_i)$	$\beta_1(u_i,v_i)$	$\beta_2(u_i,v_i)$	$\beta_3(u_i,v_i)$	$\beta_4(u_i,v_i)$
18	Taksiran	2,0012	-0,0073	-0,0005	$5{,}97\text{x}10^{-6}$	$-1{,}16\text{x}10^{-4}$
	SE	0,25426	0,00268	0,00053	$1{,}47\text{x}10^{-6}$	$7{,}42\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	7,8706	2,7350	0,9478	4,0611	1,5633
	p-value	0,0000	0,0062	0,3432	$4{,}88\text{x}10^{-5}$	0,1180
19	Taksiran	2,2570	-0,0035	-0,0013	$7{,}17\text{x}10^{-6}$	$-1{,}28\text{x}10^{-4}$
	SE	0,20221	0,00213	0,00044	$1{,}34\text{x}10^{-6}$	$4{,}97\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	11,1620	1,6601	3,0226	5,3576	2,5680
	p-value	0,0000	0,0969	0,0025	$8{,}44\text{x}10^{-8}$	0,0102
20	Taksiran	2,1403	-0,0037	-0,0010	$6{,}71\text{x}10^{-6}$	$-1{,}20\text{x}10^{-4}$
	SE	0,19260	0,00190	0,00039	$1{,}16\text{x}10^{-6}$	$4{,}55\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	11,1128	1,9544	2,5680	5,7949	2,6376
	p-value	0,0000	0,0507	0,0102	$6{,}84\text{x}10^{-9}$	0,0083
21	Taksiran	2,2414	-0,0027	-0,0013	$7{,}14\text{x}10^{-6}$	$-1{,}27\text{x}10^{-4}$
	SE	0,19246	0,00196	0,00041	$1{,}25\text{x}10^{-6}$	$4{,}52\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	11,6459	1,3870	3,2295	5,7198	2,8107
	p-value	0,0000	0,1654	0,0012	$1{,}07\text{x}10^{-8}$	0,0049
22	Taksiran	2,3537	-0,0027	-0,0016	$7{,}53\text{x}10^{-6}$	$-1{,}31\text{x}10^{-4}$
	SE	0,20961	0,00232	0,00048	$1{,}51\text{x}10^{-6}$	$5{,}25\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	11,2290	1,1786	3,4083	4,9758	2,4946
	p-value	0,0000	0,2386	0,0007	$6{,}50\text{x}10^{-7}$	0,0126
23	Taksiran	2,3662	-0,0027	-0,0017	$7{,}57\text{x}10^{-6}$	$-1{,}31\text{x}10^{-4}$
	SE	0,21179	0,00236	0,00049	$1{,}55\text{x}10^{-6}$	$5{,}35\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	11,1722	1,1438	3,4222	4,8886	2,4528
	p-value	0,0000	0,2527	0,0006	$1{,}02\text{x}10^{-6}$	0,0142
24	Taksiran	2,3509	-0,0036	-0,0016	$7{,}46\text{x}10^{-6}$	$-1{,}34\text{x}10^{-4}$
	SE	0,21240	0,00242	0,00049	$1{,}51\text{x}10^{-6}$	$5{,}45\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	11,0685	1,4904	3,1527	4,9302	2,4557
	p-value	0,0000	0,1361	0,0016	$8{,}21\text{x}10^{-7}$	0,0141
25	Taksiran	1,7825	-0,0016	-0,0003	$5{,}47\text{x}10^{-6}$	$-8{,}92\text{x}10^{-5}$
	SE	0,18112	0,00149	0,00031	$8{,}44\text{x}10^{-7}$	$3{,}63\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	9,8417	1,0744	0,9411	6,4832	2,4593
	p-value	0,0000	0,2826	0,3466	$8{,}98\text{x}10^{-11}$	0,0139
26	Taksiran	1,6977	-0,0020	0,0000	$4{,}86\text{x}10^{-6}$	$-7{,}77\text{x}10^{-5}$
	SE	0,18156	0,00152	0,00030	$8{,}00\text{x}10^{-7}$	$3{,}77\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	9,3506	1,3487	0,0189	6,0703	2,0615

	p-value	0,0000	0,1774	0,9849	$1{,}28\text{x}10^{-9}$	0,0393

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Parameter Model GWPR Secara Parsial (lanjutan)

i	**Taksiran, SE dan Statistik Uji**	**Parameter**				
		$\beta_0(u_i, v_i)$	$\beta_1(u_i, v_i)$	$\beta_2(u_i, v_i)$	$\beta_3(u_i, v_i)$	$\beta_4(u_i, v_i)$
27	Taksiran	1,7648	-0,0017	-0,0002	$5{,}38\text{x}10^{-6}$	$-8{,}71\text{x}10^{-5}$
	SE	0,18001	0,00148	0,00031	$8{,}31\text{x}10^{-7}$	$3{,}62\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	9,8040	1,1551	0,7933	6,4786	2,4066
	p-value	0,0000	0,2480	0,4276	$9{,}26\text{x}10^{-11}$	0,0161
28	Taksiran	1,7533	-0,0018	-0,0002	$5{,}33\text{x}10^{-6}$	$-8{,}56\text{x}10^{-5}$
	SE	0,17930	0,00147	0,00030	$8{,}25\text{x}10^{-7}$	$3{,}62\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	9,7782	1,2507	0,6940	6,4679	2,3644
	p-value	0,0000	0,2110	0,4877	$9{,}94\text{x}10^{-11}$	0,0181
29	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1{,}00\text{x}10^{-4}$
	SE	0,13136	0,00131	0,00025	$6{,}93\text{x}10^{-7}$	$3{,}30\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	14,8175	3,2706	1,0693	7,3691	3,0271
	p-value	0,0000	0,0011	0,2849	$1{,}70\text{x}10^{-13}$	0,0025
30	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1{,}00\text{x}10^{-4}$
	SE	0,13136	0,00131	0,00025	$6{,}93\text{x}10^{-7}$	$3{,}30\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	14,8175	3,2706	1,0693	7,3691	3,0271
	p-value	0,0000	0,0011	0,2849	$1{,}70\text{x}10^{-13}$	0,0025
31	Taksiran	1,6928	-0,0021	0,0000	$4{,}97\text{x}10^{-6}$	$-7{,}81\text{x}10^{-5}$
	SE	0,18107	0,00149	0,00030	$8{,}03\text{x}10^{-7}$	$3{,}71\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	9,3491	1,3932	0,1145	6,1983	2,1043
	p-value	0,0000	0,1636	0,9088	$5{,}71\text{x}10^{-10}$	0,0354
32	Taksiran	1,6955	-0,0022	0,0000	$4{,}98\text{x}10^{-6}$	$-7{,}81\text{x}10^{-5}$
	SE	0,18029	0,00149	0,00030	$8{,}02\text{x}10^{-7}$	$3{,}71\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	9,4042	1,4690	0,1127	6,2073	2,1028
	p-value	0,0000	0,1418	0,9103	$5{,}39\text{x}10^{-10}$	0,0355
33	Taksiran	1,6886	-0,0025	0,0000	$4{,}84\text{x}10^{-6}$	$-7{,}60\text{x}10^{-5}$
	SE	0,17862	0,00150	0,00030	$7{,}92\text{x}10^{-7}$	$3{,}76\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	9,4535	1,6659	0,0833	6,1162	2,0223
	p-value	0,0000	0,0957	0,9336	$9{,}58\text{x}10^{-10}$	0,0432
34	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1{,}00\text{x}10^{-4}$
	SE	0,13136	0,00131	0,00025	$6{,}93\text{x}10^{-7}$	$3{,}30\text{x}10^{-5}$
	$\lvert Z_{\text{hitung}}\rvert$	14,8175	3,2706	1,0693	7,3691	3,0271
	p-value	0,0000	0,0011	0,2849	$1{,}70\text{x}10^{-13}$	0,0025
35	Taksiran	1,6915	-0,0024	0,0000	$4{,}87\text{x}10^{-6}$	$-7{,}67\text{x}10^{-5}$
	SE	0,17878	0,00149	0,00030	$7{,}92\text{x}10^{-7}$	$3{,}74\text{x}10^{-5}$

$\|Z_{hitung}\|$	9,4613	1,5774	0,0260	6,1515	2,0534
p-value	0,0000	0,1147	0,9792	$7,67x10^{-10}$	0,0400

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Parameter Model GWPR Secara Parsial (lanjutan)

i	**Taksiran, SE dan Statistik Uji**	**Parameter**				
		$\beta_0(u_i,v_i)$	$\beta_1(u_i,v_i)$	$\beta_2(u_i,v_i)$	$\beta_3(u_i,v_i)$	$\beta_4(u_i,v_i)$
36	Taksiran	1,7870	-0,0018	-0,0003	$5,47x10^{-6}$	$-8,92x10^{-5}$
	SE	0,17819	0,00147	0,00030	$8,34x10^{-7}$	$3,60x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	10,0287	1,2205	0,9393	6,5536	2,4753
	p-value	0,0000	0,2223	0,3476	$5,62x10^{-11}$	0,0133
37	Taksiran	1,7674	-0,0017	-0,0002	$5,39x10^{-6}$	$-8,74x10^{-5}$
	SE	0,17999	0,00148	0,00031	$8,32x10^{-7}$	$3,62x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	9,8190	1,1507	0,8134	6,4838	2,4150
	p-value	0,0000	0,2499	0,4160	$8,94x10^{-11}$	0,0157
38	Taksiran	2,0623	-0,0024	-0,0009	$6,49x10^{-6}$	$-1,14x10^{-4}$
	SE	0,17668	0,00162	0,00034	$9,91x10^{-7}$	$3,84x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	11,6726	1,5001	2,5975	6,5470	2,9780
	p-value	0,0000	0,1336	0,0094	$5,87x10^{-11}$	0,0029
39	Taksiran	1,9460	-0,0024	-0,0006	$6,04x10^{-6}$	$-1,04x10^{-4}$
	SE	0,17326	0,00151	0,00032	$8,98x10^{-7}$	$3,67x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	11,2316	1,6008	1,9173	6,7224	2,8255
	p-value	0,0000	0,1094	0,0552	$1,79x10^{-11}$	0,0047
40	Taksiran	1,7937	-0,0020	-0,0003	$5,47x10^{-6}$	$-8,94x10^{-5}$
	SE	0,17648	0,00146	0,00030	$8,31x10^{-7}$	$3,60x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	10,1639	1,3491	0,9518	6,5872	2,4842
	p-value	0,0000	0,1773	0,3412	$4,48x10^{-11}$	0,0130
41	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5,11x10^{-6}$	$-1,00x10^{-4}$
	SE	0,13136	0,00131	0,00025	$6,93x10^{-7}$	$3,30x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	14,8175	3,2706	1,0693	7,3691	3,0271
	p-value	0,0000	0,0011	0,2849	$1,70x10^{-13}$	0,0025
42	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5,11x10^{-6}$	$-1,00x10^{-4}$
	SE	0,13136	0,00131	0,00025	$6,93x10^{-7}$	$3,30x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	14,8175	3,2706	1,0693	7,3691	3,0271
	p-value	0,0000	0,0011	0,2849	$1,70x10^{-13}$	0,0025
43	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5,11x10^{-6}$	$-1,00x10^{-4}$
	SE	0,13136	0,00131	0,00025	$6,93x10^{-7}$	$3,30x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	14,8175	3,2706	1,0693	7,3691	3,0271
	p-value	0,0000	0,0011	0,2849	$1,70x10^{-13}$	0,0025
44	Taksiran	2,0953	-0,0026	-0,0010	$6,62x10^{-6}$	$-1,17x10^{-4}$

SE	0,17914	0,00167	0,00035	$1,03x10^{-6}$	$3,95x10^{-5}$
$\|Z_{hitung}\|$	11,6965	1,5355	2,7333	6,4063	2,9561
p-value	0,0000	0,1247	0,0063	$1,49x10^{-10}$	0,0031

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Parameter Model GWPR Secara Parsial (lanjutan)

i	Taksiran, SE dan Statistik Uji	Parameter				
		$\beta_0(u_i,v_i)$	$\beta_1(u_i,v_i)$	$\beta_2(u_i,v_i)$	$\beta_3(u_i,v_i)$	$\beta_4(u_i,v_i)$
45	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5,11x10^{-6}$	$-1,00x10^{-4}$
	SE	0,13136	0,00131	0,00025	$6,93x10^{-7}$	$3,30x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	14,8175	3,2706	1,0693	7,3691	3,0271
	p-value	0,0000	0,0011	0,2849	$1,70x10^{-13}$	0,0025
46	Taksiran	1,8883	-0,0027	-0,0005	$5,79x10^{-6}$	$-9,77x10^{-5}$
	SE	0,17585	0,00152	0,00032	$8,83x10^{-7}$	$3,74x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	10,7380	1,7814	1,4563	6,5616	2,6092
	p-value	0,0000	0,0748	0,1453	$5,32x10^{-11}$	0,0091
47	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5,11x10^{-6}$	$-1,00x10^{-4}$
	SE	0,13136	0,00131	0,00025	$6,93x10^{-7}$	3,30x10-05
	$\|Z_{hitung}\|$	14,8175	3,2706	1,0693	7,3691	3,0271
	p-value	0,0000	0,0011	0,2849	$1,70x10^{-13}$	0,0025
48	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5,11x10^{-6}$	$-1,00x10^{-4}$
	SE	0,13136	0,00131	0,00025	$6,93x10^{-7}$	$3,30x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	14,8175	3,2706	1,0693	7,3691	3,0271
	p-value	0,0000	0,0011	0,2849	$1,70x10^{-13}$	0,0025
49	Taksiran	1,8869	-0,0038	-0,0002	$5,07x10^{-6}$	$-9,38x10^{-5}$
	SE	0,14335	0,00136	0,00026	$7,20x10^{-7}$	$3,44x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	13,1626	2,8363	0,7676	7,0338	2,7275
	p-value	0,0000	0,0046	0,4427	$2,01x10^{-12}$	0,0064
50	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5,11x10^{-6}$	$-1x10^{-4}$
	SE	0,13136	0,00131	0,00025	$6,93x10^{-7}$	$3,30x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	14,8175	3,2706	1,0693	7,3691	3,0271
	p-value	0,0000	0,0011	0,2849	$1,70x10^{-13}$	0,0025
51	Taksiran	1,8339	-0,0025	-0,0003	$5,58x10^{-6}$	$-9,24x10^{-5}$
	SE	0,17488	0,00148	0,00031	$8,47x10^{-7}$	$3,66x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	10,4867	1,6793	1,1236	6,5883	2,5220
	p-value	0,0000	0,0931	0,2612	$4,45x10^{-11}$	0,0117
52	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5,11x10^{-6}$	$-1,00x10^{-4}$
	SE	0,13136	0,00131	0,00025	$6,93x10^{-7}$	$3,30x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	14,8175	3,2706	1,0693	7,3691	3,0271
	p-value	0,0000	0,0011	0,2849	$1,70x10^{-13}$	0,0025
53	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5,11x10^{-6}$	$-1,00x10^{-4}$

	SE	0,13136	0,00131	0,00025	$6,93x10^{-7}$	$3,30x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	14,8175	3,2706	1,0693	7,3691	3,0271
	p-value	0,0000	0,0011	0,2849	$1,70x10^{-13}$	0,0025

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Parameter Model GWPR Secara Parsial (lanjutan)

i	**Taksiran, SE dan Statistik Uji**	**Parameter**				
		$\beta_0(u_i,v_i)$	$\beta_1(u_i,v_i)$	$\beta_2(u_i,v_i)$	$\beta_3(u_i,v_i)$	$\beta_4(u_i,v_i)$
54	Taksiran	1,5326	-0,0090	0,0013	$2,08x10^{-6}$	$-8,75x10^{-5}$
	SE	0,21821	0,00270	0,00042	$1,12x10^{-6}$	$1,22x10^{-4}$
	$\|Z_{hitung}\|$	7,0234	3,3558	2,9840	1,8517	0,7168
	p-value	0,0000	0,0008	0,0028	$6,41x10^{-2}$	0,4735
55	Taksiran	1,5225	-0,0084	0,0013	$2,06x10^{-6}$	$-8,86x10^{-5}$
	SE	0,22296	0,00275	0,00043	$1,14x10^{-6}$	$1,25x10^{-4}$
	$\|Z_{hitung}\|$	6,8285	3,0426	2,9226	1,8002	0,7086
	p-value	0,0000	0,0023	0,0035	$7,18x10^{-2}$	0,4786
56	Taksiran	1,7723	-0,0056	0,0003	$4,02x10^{-6}$	$-8,20x10^{-5}$
	SE	0,16250	0,00167	0,00030	$8,07x10^{-7}$	$4,68x10^{-5}$
	$\|Z_{hitung}\|$	10,9066	3,3514	0,9643	4,9801	1,7513
	p-value	0,0000	0,0008	0,3349	$6,36x10^{-7}$	0,0799

Berdasarkan nilai mutlak Z_{hitung} dan *p-value* pada Tabel 4.12 diketahui bahwa variabel yang mempengaruhi jumlah kasus kusta di lokasi pertama (Kabupaten Paser) adalah jumlah sarana kesehatan (X_1), jumlah penduduk laki-laki (X_3) dan kepadatan penduduk (X_4). Hal ini ditunjukkan oleh nilai $|Z_{hitung}|$ dari variabel-variabel tersebut lebih besar dari 1,96 atau *p-value* masing-masing variabel prediktor lebih kecil dari taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Berdasarkan nilai statistik Z_{hitung} diperoleh bahwa variabel jumlah tenaga kesehatan (X_2) tidak berpengaruh terhadap rata-rata jumlah kasus kusta di Kabupaten Paser karena variabel tersebut memiliki nilai $|Z_{hitung}|$ = 0,7469 kurang dari $Z_{0,025}$ = 1,96 atau nilai *p-value* = 0,4552 > 0,05.

Berdasarkan Tabel 4.12, dengan memperhatikan nilai $|Z_{hitung}|$ dan *p-value* masing-masing lokasi menunjukkan bahwa terdapat beberapa variabel prediktor yang tidak berpengaruh terhadap rata-rata jumlah kasus kusta di beberapa kabupaten/kota di Pulau Kalimantan. Hal ini ditunjukkan dari nilai statistik $|Z_{hitung}|$

masing-masing lokasi kurang dari 1,96 atau *p-value* lebih dari 0,05. Berdasarkan hasil pengujian parsial parameter model GWPR, diperoleh 8 kelompok model GWPR pada kabupaten/kota berdasarkan variabel prediktor yang berpengaruh terhadap rata-rata jumlah kasus kusta di Pulau Kalimantan, ditampilkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Pengelompokkan Kabupaten/Kota Berdasarkan Variabel Prediktor yang Berpengaruh

No	Variabel yang Berpengaruh	Kabupaten/Kota	Jumlah
1	X_1, X_2	Tana Tidung dan Nunukan	2
2	X_1, X_3	Kutai Kartanegara, Balikpapan, Samarinda dan Kapuas Hulu	4
3	X_1, X_2, X_3	Kutai Timur, Berau dan Mahakam Ulu	3
4	X_1, X_3, X_4	Kutai Barat, Penajam Paser Utara, Bontang, Mempawah, Tapin, Hulu Sungai Selatan, Tanah Bumbu, Barito Selatan, Barito Utara, Sukamara, Seruyan, Pulang Pisau, Gunung Mas, Murung Raya, Malinau dan Bulungan	16*
		Paser, Barito Timur dan Tarakan	3
5	X_2, X_3	Sambas	1
6	X_3, X_4	Tanah Laut, Kota Baru, Banjar, Barito Kuala, Hulu Sungai Tengah, Hulu Sungai Utara, Tabalong, Balangan, Banjarmasin, Banjarbaru, Kotawaringin Timur, Kapuas, Katingan dan Palangka Raya	14
7	X_2, X_3, X_4	Bengkayang, Landak, Sanggau, Ketapang, Sekadau, Melawi, Kayong Utara, Kubu Raya, Pontianak, Singkawang, Kotawaringin Barat dan Lamandau	12
8	X_1, X_2, X_3, X_4	Sintang	1

Keterangan : *Model Terbaik Model Global

Berdasarkan Tabel 4.13, faktor-faktor yang berpengaruh terhadap rata-rata jumlah kasus kusta pada kelompok 1 (Tana Tidung dan Nunukan) adalah jumlah sarana kesehatan dan jumlah tenaga kesehatan. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus kusta pada kelompok 2 (Kutai Kartanegara, Balikpapan, Samarinda dan Kapuas Hulu) adalah jumlah sarana kesehatan dan jumlah penduduk laki-laki. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap rata-rata jumlah

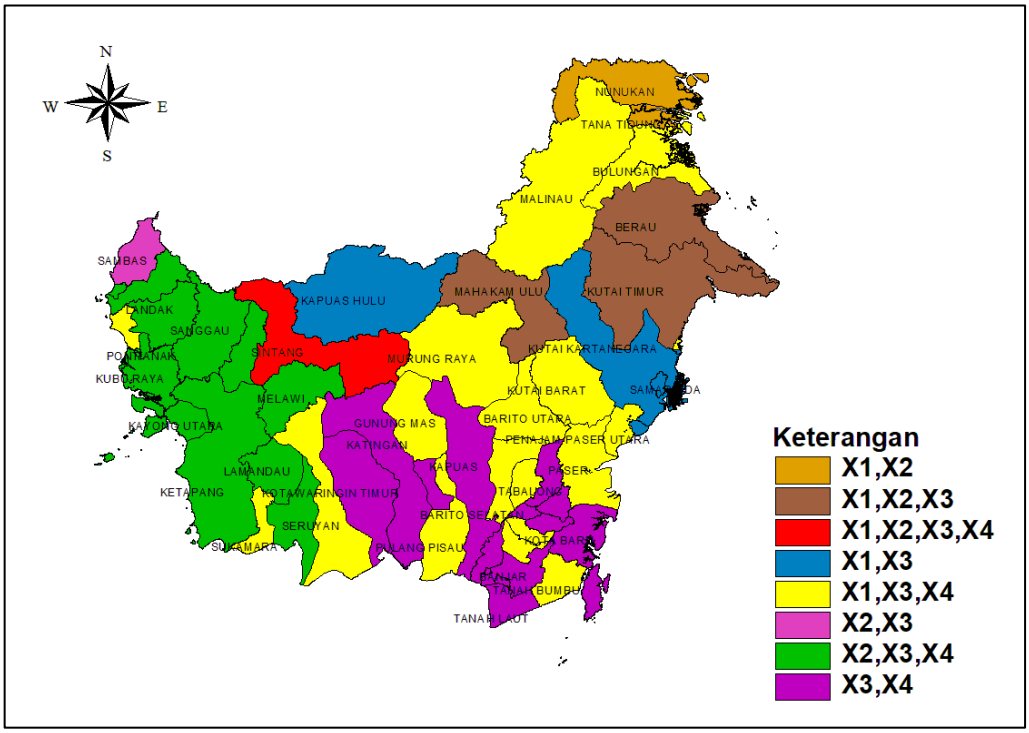
kasus kusta pada kelompok 3 (Kutai Timur, Berau dan Mahakam Ulu) adalah jumlah sarana kesehatan, jumlah tenaga kesehatan dan jumlah penduduk laki-laki.

Faktor-faktor yang mempengaruhi rata-rata jumlah kasus kusta pada kelompok 4 adalah jumlah sarana kesehatan, jumlah penduduk laki-laki dan kepadatan penduduk. Wilayah-wilayahnya adalah Kabupaten Kutai Barat, Penajam Paser Utara, Bontang, Mempawah, Tapin, Hulu Sungai Selatan, Tanah Bumbu, Barito Selatan, Barito Utara, Sukamara, Seruyan, Pulang Pisau, Gunung Mas, Murung Raya, Malinau, Bulungan, Kabupaten Paser, Barito Timur dan Tarakan. Faktor-faktor yang mempengaruhi rata-rata jumlah kasus kusta pada kelompok 5 (Kabupaten Sambas) adalah jumlah tenaga kesehatan dan jumlah penduduk laki-laki.

Faktor-faktor yang mempengaruhi rata-rata jumlah kasus kusta pada kelompok 6 adalah jumlah penduduk laki-laki dan kepadatan penduduk, yaitu terdapat di Kabupaten Tanah Laut, Kota Baru, Banjar, Barito Kuala, Hulu Sungai Tengah, Hulu Sungai Utara, Tabalong, Balangan, Banjarmasin, Banjarbaru, Kotawaringin Timur, Kapuas, Katingan dan Palangka Raya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi rata-rata jumlah kasus kusta pada kelompok 7 adalah jumlah tenaga kesehatan, jumlah penduduk laki-laki dan kepadatan penduduk. Wilayah-wilayahnya yaitu terdapat di Kabupaten Bengkayang, Landak, Sanggau, Ketapang, Sekadau, Melawi, Kayong Utara, Kubu Raya, Pontianak, Singkawang, Kotawaringin Barat dan Lamandau, sedangkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus kusta pada kelompok 8 (Kabupaten Sintang) adalah jumlah sarana kesehatan, jumlah tenaga kesehatan, jumlah penduduk laki-laki dan kepadatan penduduk.

Pengelompokan model GWPR pada kabupaten/kota di Pulau Kalimantan berdasarkan variabel-variabel prediktor yang berpengaruh disajikan dalam bentuk peta pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Pengelompokan kabupaten/kota berdasarkan variabel yang berpengaruh

Berdasarkan Gambar 4.8, wilayah-wilayah yang berwarna kuning menunjukkan model GWPR kabupaten/kota pada kelompok 4 atau kelompok model GWPR dengan wilayah terbanyak yaitu 19 kabupaten/kota, yaitu Kabupaten Paser, Kutai Barat, Penajam Paser Utara, Bontang, Mempawah, Singkawang, Tapin, Hulu Sungai Selatan, Tanah Bumbu, Barito Selatan, Barito Utara, Sukamara, Seruyan, Pulang Pisau, Gunung Mas, Barito Timur, Murung Raya, Malinau, Bulungan dan Tarakan. Faktor-faktor yang mempengaruhi rata-rata jumlah kasus kusta di kabupaten/kota tersebut adalah jumlah sarana kesehatan, jumlah penduduk laki-laki dan kepadatan penduduk. Deskripsi wilayah-wilayah lain dapat dijelaskan berdasarkan Tabel 4.13.

4.7 Interpretasi Model GWPR

Sub bab ini membahas interpretasi model GWPR untuk kabupaten/kota tertentu. Interpretasi parameter model regresi bertujuan menjelaskan perubahan kasus kusta setiap kenaikan satu unit nilai variabel prediktor berdasarkan nilai rasio. Besarnya pengaruh perubahan tersebut dihitung berdasarkan nilai rasio

masing-masing taksiran parameter model GWPR, merujuk persamaan (2.64) dan persamaan (2.65). Hasil taksiran parameter, rasio dan kenaikan kasus kusta untuk model GWPR semua kabupaten/kota ditampilkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Nilai Taksiran Parameter, Rasio dan Kenaikan

i	**Taksiran, Rasio dan Kenaikan**	**Parameter**				
		$\beta_0(u_i,v_i)$	$\beta_1(u_i,v_i)$	$\beta_2(u_i,v_i)$	$\beta_3(u_i,v_i)$	$\beta_4(u_i,v_i)$
1	Taksiran	1,8425	-0,0038	-0,0001	$4{,}86\text{x}10^{-6}$	$-8{,}89\text{x}10^{-5}$
	Rasio	-	0,9962	-	1,00000486	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,3821	-	0,0005	-0,0089
2	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1\text{x}10^{-4}$
	Rasio	-	0,9957	-	1,00000511	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,4274	-	0,0005	-0,01
3	Taksiran	1,6307	-0,0044	0,0005	$3{,}75\text{x}10^{-6}$	$-6{,}33\text{x}10^{-5}$
	Rasio	-	0,9956	-	1,00000375	-
	Kenaikan (%)	-	-0,4390	-	0,0004	-0,0063
4	Taksiran	1,6036	-0,0051	0,0007	$3{,}32\text{x}10^{-6}$	$-6{,}04\text{x}10^{-5}$
	Rasio	-	0,9949	1,0007	1,00000332	-
	Kenaikan (%)	-	-0,5135	0,0665	0,0003	-
5	Taksiran	1,5616	-0,0068	0,001	$2{,}65\text{x}10^{-6}$	$-6{,}18\text{x}10^{-5}$
	Rasio	-	0,9932	1,0010	1,00000265	-
	Kenaikan (%)		-0,6822	0,0971	0,0003	-
6	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1\text{x}10^{-4}$
	Rasio	-	0,9957	-	1,00000511	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,4274	-	0,0005	-0,0100
7	Taksiran	1,6087	-0,0069	0,0007	$3{,}43\text{x}10^{-6}$	$-5{,}73\text{x}10^{-5}$
	Rasio	-	0,9931	1,0007	1,00000343	-
	Kenaikan (%)	-	-0,6900	0,0687	0,0003	-
8	Taksiran	1,6492	-0,0036	0,0003	$4{,}08\text{x}10^{-6}$	$-6{,}68\text{x}10^{-5}$
	Rasio	-	0,9964	-	1,00000408	-
	Kenaikan (%)	-	-0,3641	-	0,0004	-
9	Taksiran	1,628	-0,0043	0,0005	$3{,}73\text{x}10^{-6}$	$-6{,}31\text{x}10^{-5}$
	Rasio	-	0,9957	-	1,00000373	-
	Kenaikan (%)	-	-0,4337	-	0,0004	-
10	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1{,}00\text{x}10^{-4}$
	Rasio	-	0,9957	-	1,00000511	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,4274	-	0,0005	-0,01
11	Taksiran	2,5406	-0,0019	-0,0022	$7{,}95\text{x}10^{-6}$	$-1{,}21\text{x}10^{-4}$
	Rasio	-	-	0,9978	1,00000795	-
	Kenaikan (%)	-	-	-0,2234	0,0008	-

Tabel 4.14 Nilai Taksiran Parameter, Rasio dan Kenaikan (lanjutan)

i	Taksiran, Rasio dan Kenaikan	Parameter				
		$\beta_0(u_i,v_i)$	$\beta_1(u_i,v_i)$	$\beta_2(u_i,v_i)$	$\beta_3(u_i,v_i)$	$\beta_4(u_i,v_i)$
	Taksiran	2,451	-0,0026	-0,0019	$7{,}81\text{x}10^{-6}$	$-1{,}30\text{x}10^{-4}$
12	Rasio	-	-	0,9981	1,00000781	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-0,1925	0,0008	-0,0130
	Taksiran	2,3708	-0,003	-0,0017	$7{,}58\text{x}10^{-6}$	$-1{,}31\text{x}10^{-4}$
13	Rasio	-	-	0,9983	1,00000758	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-0,1670	0,0008	-0,0131
	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1{,}00\text{x}10^{-4}$
14	Rasio	-	0,9957	-	1,00000511	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,4274	-	0,0005	-0,0100
	Taksiran	2,3082	-0,0033	-0,0015	$7{,}37\text{x}10^{-6}$	$-1{,}29\text{x}10^{-4}$
15	Rasio	-	-	0,9985	1,00000737	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-0,1486	0,0007	-0,0129
	Taksiran	2,2087	-0,0026	-0,0012	$7{,}03\text{x}10^{-6}$	$-1{,}25\text{x}10^{-4}$
16	Rasio	-	-	0,9988	1,00000703	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-0,1237	0,0007	-0,0125
	Taksiran	2,1011	-0,0044	-0,0008	$6{,}25\text{x}10^{-6}$	$-1{,}17\text{x}10^{-4}$
17	Rasio	-	0,9956	0,9992	1,00000625	0,9999
	Kenaikan (%)		-0,4428	-0,0789	0,0006	-0,0117
	Taksiran	2,0012	-0,0073	-0,0005	$5{,}97\text{x}10^{-6}$	$-1{,}16\text{x}10^{-4}$
18	Rasio	-	0,9927	-	1,00000597	-
	Kenaikan (%)	-	-0,7299	-	0,0006	-
	Taksiran	2,257	-0,0035	-0,0013	$7{,}17\text{x}10^{-6}$	$-1{,}28\text{x}10^{-4}$
19	Rasio	-	-	0,9987	1,00000717	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-0,1331	0,0007	-0,0128
	Taksiran	2,1403	-0,0037	-0,001	$6{,}71\text{x}10^{-6}$	$-1{,}20\text{x}10^{-4}$
20	Rasio	-	-	0,9990	1,00000671	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-0,1013	0,0007	-0,0120
	Taksiran	2,2414	-0,0027	-0,0013	$7{,}14\text{x}10^{-6}$	$-1{,}27\text{x}10^{-4}$
21	Rasio	-	-	0,9987	1,00000714	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-0,1316	0,0007	-0,0127
	Taksiran	2,3537	-0,0027	-0,0016	$7{,}53\text{x}10^{-6}$	$-1{,}31\text{x}10^{-4}$
22	Rasio	-	-	0,9984	1,00000753	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-0,1625	0,0008	-0,0131
	Taksiran	2,3662	-0,0027	-0,0017	$7{,}57\text{x}10^{-6}$	$-1{,}31\text{x}10^{-4}$
23	Rasio	-	-	0,9983	1,00000757	0,9999
	Kenaikan (%)			-0,1662	0,0008	-0,0131

Tabel 4.14 Nilai Taksiran Parameter, Rasio dan Kenaikan (lanjutan)

i	**Taksiran, Rasio dan Kenaikan**	**Parameter**				
		$\beta_0(u_i,v_i)$	$\beta_1(u_i,v_i)$	$\beta_2(u_i,v_i)$	$\beta_3(u_i,v_i)$	$\beta_4(u_i,v_i)$
	Taksiran	2,3509	-0,0036	-0,0016	$7{,}46\text{x}10^{-6}$	$-1{,}34\text{x}10^{-4}$
24	Rasio	-	-	0,9984	1,00000746	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-0,1551	0,0007	-0,0134
	Taksiran	1,7825	-0,0016	-0,0003	$5{,}47\text{x}10^{-6}$	$-8{,}92\text{x}10^{-5}$
25	Rasio	-	-	-	1,00000547	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-	0,0005	-0,0089
	Taksiran	1,6977	-0,002	$-5{,}7\text{x}10^{-6}$	$4{,}86\text{x}10^{-6}$	$-7{,}77\text{x}10^{-5}$
26	Rasio	-	-	-	1,00000486	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-	0,0005	-0,0078
	Taksiran	1,7648	-0,0017	-0,0002	$5{,}38\text{x}10^{-6}$	$-8{,}71\text{x}10^{-5}$
27	Rasio	-	-	-	1,00000538	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-	0,0005	-0,0087
	Taksiran	1,7533	-0,0018	-0,0002	$5{,}33\text{x}10^{-6}$	$-8{,}56\text{x}10^{-5}$
28	Rasio	-	-	-	1,00000533	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-	0,0005	-0,0086
	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1{,}00\text{x}10^{-4}$
29	Rasio	-	0,9957	-	1,00000511	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,4274	-	0,0005	-0,0100
	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1\text{x}10^{-4}$
30	Rasio	-	0,9957	-	1,00000511	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,4274	-	0,0005	-0,0100
	Taksiran	1,6928	-0,0021	0	$4{,}97\text{x}10^{-6}$	$-7{,}81\text{x}10^{-5}$
31	Rasio	-	-	-	1,00000497	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-	0,0005	-0,0078
	Taksiran	1,6955	-0,0022	0	$4{,}98\text{x}10^{-6}$	$-7{,}81\text{x}10^{-5}$
32	Rasio	-	-	-	1,00000498	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-	0,0005	-0,0078
	Taksiran	1,6886	-0,0025	0	$4{,}84\text{x}10^{-6}$	$-7{,}60\text{x}10^{-5}$
33	Rasio	-	-	-	1,00000484	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-	0,0005	-0,0076
	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1{,}00\text{x}10^{-4}$
34	Rasio	-	0,9957	-	1,00000511	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,4274	-	0,0005	-0,0100
	Taksiran	1,6915	-0,0024	0	$4{,}87\text{x}10^{-6}$	$-7{,}67\text{x}10^{-5}$
35	Rasio	-	-	-	1,00000487	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-	0,0005	-0,0077

Tabel 4.14 Nilai Taksiran Parameter, Rasio dan Kenaikan (lanjutan)

i	**Taksiran, Rasio dan Kenaikan**	**Parameter**				
		$\beta_0(u_i,v_i)$	$\beta_1(u_i,v_i)$	$\beta_2(u_i,v_i)$	$\beta_3(u_i,v_i)$	$\beta_4(u_i,v_i)$
	Taksiran	1,787	-0,0018	-0,0003	$5{,}47\text{x}10^{-6}$	$-8{,}92\text{x}10^{-5}$
36	Rasio	-	-	-	1,00000547	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-	0,0005	-0,0089
	Taksiran	1,7674	-0,0017	-0,0002	$5{,}39\text{x}10^{-6}$	$-8{,}74\text{x}10^{-5}$
37	Rasio	-	-	-	1,00000539	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-	0,0005	-0,0087
	Taksiran	2,0623	-0,0024	-0,0009	$6{,}49\text{x}10^{-6}$	$-1{,}14\text{x}10^{-4}$
38	Rasio	-	-	0,9991	1,00000649	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-0,0881	0,0006	-0,0114
	Taksiran	1,946	-0,0024	-0,0006	$6{,}04\text{x}10^{-6}$	$-1{,}04\text{x}10^{-4}$
39	Rasio	-	-	-	1,00000604	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-	0,0006	-0,0104
	Taksiran	1,7937	-0,002	-0,0003	$5{,}47\text{x}10^{-6}$	$-8{,}94\text{x}10^{-5}$
40	Rasio	-	-	-	1,00000547	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-	0,0005	-0,0089
	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1\text{x}10^{-4}$
41	Rasio	-	0,9957	-	1,00000511	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,4274	-	0,0005	-0,0100
	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1\text{x}10^{-4}$
42	Rasio	-	0,9957	-	1,00000511	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,4274	-	0,0005	-0,0100
	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1\text{x}10^{-4}$
43	Rasio	-	0,9957	-	1,00000511	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,4274	-	0,0005	-0,0100
	Taksiran	2,0953	-0,0026	-0,001	$6{,}62\text{x}10^{-6}$	$-1{,}17\text{x}10^{-4}$
44	Rasio	-	-	0,9990	1,00000662	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-0,0957	0,0007	-0,0117
	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1\text{x}10^{-4}$
45	Rasio	-	0,9957	-	1,00000511	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,4274	-	0,0005	-0,0100
	Taksiran	1,8883	-0,0027	-0,0005	$8{,}83\text{x}10^{-7}$	$3{,}74\text{x}10^{-5}$
46	Rasio	-	-	-	1,00000579	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-	0,0006	-0,0098
	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1\text{x}10^{-4}$
47	Rasio	-	0,9957	-	1,00000511	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,4274	-	0,0005	-0,0100

Tabel 4.14 Nilai Taksiran Parameter, Rasio dan Kenaikan (lanjutan)

i	Taksiran, Rasio dan Kenaikan	Parameter				
		$\beta_0(u_i,v_i)$	$\beta_1(u_i,v_i)$	$\beta_2(u_i,v_i)$	$\beta_3(u_i,v_i)$	$\beta_4(u_i,v_i)$
48	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1\text{x}10^{-4}$
	Rasio	-	0,9957	-	1,00000511	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,4274	-	0,0005	-0,0100
49	Taksiran	1,8869	-0,0038	-0,0002	$5{,}07\text{x}10^{-6}$	$-9{,}38\text{x}10^{-5}$
	Rasio	-	0,9962	-	1,00000507	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,3840	-	0,0005	-0,0094
50	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1\text{x}10^{-4}$
	Rasio	-	0,9957	-	1,00000511	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,4274	-	0,0005	-0,0100
51	Taksiran	1,8339	-0,0025	-0,0003	$5{,}58\text{x}10^{-6}$	$-9{,}24\text{x}10^{-5}$
	Rasio	-	-	-	1,00000558	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-	-	0,0006	-0,0092
52	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1\text{x}10^{-4}$
	Rasio	-	0,9957	-	1,00000511	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,4274	-	0,0005	-0,0100
53	Taksiran	1,9464	-0,0043	-0,0003	$5{,}11\text{x}10^{-6}$	$-1\text{x}10^{-4}$
	Rasio	-	0,9957	-	1,00000511	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,4274	-	0,0005	-0,0100
54	Taksiran	1,5326	-0,009	0,0013	$2{,}08\text{x}10^{-6}$	$-8{,}75\text{x}10^{-5}$
	Rasio	-	0,9910	1,0013	-	-
	Kenaikan (%)	-	-0,9004	0,1263	-	-
55	Taksiran	1,5225	-0,0084	0,0013	$2{,}06\text{x}10^{-6}$	$-8{,}86\text{x}10^{-5}$
	Rasio	-	0,9917	1,0013	-	-
	Kenaikan (%)	-	-0,8329	0,1258	-	-
56	Taksiran	1,7723	-0,0056	0,0003	$4{,}02\text{x}10^{-6}$	$-8{,}20\text{x}10^{-5}$
	Rasio	-	0,9944	-	1,00000402	0,9999
	Kenaikan (%)	-	-0,5585	-	0,0004	-0,0082

Pembahasan berikut hanya membahas interpretasi parameter model GWPR untuk lokasi ke-1 (Kabupaten Paser) dan lokasi ke-17 (Kabupaten Sintang). Interpretasi untuk kabupaten/kota lainnya dilakukan dengan cara yang sama. Model GWPR untuk Kabupaten Paser berdasarkan nilai taksiran parameter pada Tabel 4.13 adalah

$$\hat{\mu}(u_1,v_1) = \exp(1{,}8425 - 0{,}00382x_1 - 0{,}000092x_2 + 0{,}00000485x_3 - 0{,}000088x_4) \qquad (4.3)$$

Berdasarkan Tabel 4.12, faktor-faktor yang berpengaruh terhadap rata-rata jumlah kasus kusta di Kabupaten Paser adalah jumlah sarana kesehatan (X_1), jumlah penduduk laki-laki (X_3), dan kepadatan penduduk (X_4). Nilai rasio variabel jumlah sarana kesehatan (X_1) adalah 0,9962, artinya setiap kenaikan 1 unit sarana kesehatan dengan asumsi variabel lain konstan, maka rata-rata jumlah kasus kusta di Kabupaten Paser menjadi 0,9962 kali atau menurun sebesar 0,38%. Nilai rasio variabel jumlah penduduk laki-laki (X_3) sebesar 1,00000486 menunjukkan bahwa setiap kenaikan 1 orang penduduk laki-laki, dengan asumsi variabel lain konstan maka jumlah kasus kusta menjadi 1,00000486 kali atau meningkat 0,0005%. Nilai rasio kepadatan penduduk (X_4) sebesar 0,9999 menunjukkan bahwa setiap kenaikan 1 orang per km^2 pada kepadatan penduduk di Kabupaten Paser, dengan asumsi variabel lain konstan maka rata-rata jumlah kasus kusta menjadi 0,9999 kali atau menurun 0,009%.

Selanjutnya adalah interpretasi model GWPR di lokasi ke-17 (Kabupaten Sintang). Model GWPR untuk Kabupaten Sintang, yaitu

$$\hat{\mu}(u_{17}, v_{17}) = \exp(2{,}1011 - 0{,}0044x_1 - 0{,}00078x_2 + 0{,}0000062x_3 - 0{,}00011x_4) \qquad (4.4)$$

Berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi rata-rata jumlah kasus kusta di Kabupaten Sintang, diperoleh nilai rasio jumlah sarana kesehatan (X_1) sebesar 0,9956, artinya apabila terdapat kenaikan 1 unit sarana kesehatan di Kabupaten Sintang dengan asumsi variabel lain konstan, maka rata-rata jumlah kasus kusta menjadi 0,9956 kali atau menurun sebesar 0,44%. Jumlah tenaga kesehatan (X_2) memiliki rasio sebesar 0,9992, artinya setiap kenaikan 1 orang tenaga kesehatan di Kabupaten Sintang dengan asumsi variabel lain konstan, maka rata-rata jumlah kasus kusta di Kabupaten Sintang menjadi 0,9992 kali atau menurun 0,08%. Rasio variabel jumlah penduduk laki-laki (X_3) sebesar 1,0000062 menunjukkan bahwa setiap terjadi kenaikan 1 penduduk laki-laki dengan asumsi variabel lain konstan, maka rata-rata jumlah kasus kusta menjadi 1,0000062 kali atau meningkat 0,00062%. Nilai rasio kepadatan penduduk (X_4) adalah 0,9999, artinya setiap kenaikan kepadatan penduduk sebesar 1 orang per km^2 dengan asumsi variabel lain konstan, maka rata-rata jumlah kasus kusta di Kabupaten Sintang menjadi 0,9998 kali atau menurun sebesar 0,012%.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model GWPR kabupaten/kota seperti Kabupaten Paser, Kutai Barat, Kutai Kartanegara, Kota Singkawang dan Kota Tarakan berturut-turut, adalah

$$\hat{\mu}(u_1, v_1) = \exp(1,8425 - 0,0038x_1 - 0,0001x_2 + 0,00000486x_3 - 0,00088x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_2, v_2) = \exp(1,9464 - 0,0043x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000511x_3 - 0,0001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_3, v_3) = \exp(1,6307 - 0,0044x_1 - 0,0005x_2 + 0,00000375x_3 - 0,000063x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{24}, v_{24}) = \exp(2,3509 - 0,0036x_1 - 0,0016x_2 + 0,00000745x_3 - 0,000134x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{56}, v_{56}) = \exp(1,7723 - 0,0056x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000402x_3 - 0,000082x_4)$$

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi rata-rata jumlah kasus kusta di Kabupaten Tana Tidung dan Nunukan (kelompok 1) adalah jumlah sarana kesehatan dan jumlah tenaga kesehatan. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap rata-rata jumlah kasus kusta di Kabupaten Kutai Kartanegara, Balikpapan, Samarinda dan Kapuas Hulu (kelompok 2) adalah jumlah sarana kesehatan dan jumlah penduduk laki-laki. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus kusta di Kabupaten Kutai Timur, Berau dan Mahakam Ulu (kelompok 3) adalah jumlah sarana kesehatan, jumlah tenaga kesehatan dan jumlah penduduk laki-laki.

   Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap rata-rata jumlah kasus kusta di Kabupaten Kutai Barat, Penajam Paser Utara, Bontang, Mempawah, Tapin, Hulu Sungai Selatan, Tanah Bumbu, Barito Selatan, Barito Utara, Sukamara, Seruyan, Pulang Pisau, Gunung Mas, Murung Raya, Malinau, Bulungan, Kabupaten Paser, Barito Timur dan Tarakan (kelompok 4) adalah jumlah sarana kesehatan, jumlah penduduk laki-laki dan kepadatan penduduk. Faktor-faktor yang mempengaruhi rata-rata jumlah kasus kusta di Kabupaten Sambas (kelompok 5) adalah jumlah tenaga kesehatan dan jumlah penduduk laki-laki. Faktor-faktor yang mempengaruhi rata-rata jumlah kasus kusta di

Kabupaten Tanah Laut, Kota Baru, Banjar, Barito Kuala, Hulu Sungai Tengah, Hulu Sungai Utara, Tabalong, Balangan, Banjarmasin, Banjarbaru, Kotawaringin Timur, Kapuas, Katingan dan Palangka Raya (kelompok 6) adalah jumlah penduduk laki-laki dan kepadatan penduduk.

Faktor-faktor yang mempengaruhi rata-rata jumlah kasus kusta di Kabupaten Bengkayang, Landak, Sanggau, Ketapang, Sekadau, Melawi, Kayong Utara, Kubu Raya, Pontianak, Singkawang, Kotawaringin Barat dan Lamandau (kelompok 7) adalah jumlah tenaga kesehatan, jumlah penduduk laki-laki dan kepadatan penduduk, sedangkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap rata-rata jumlah kasus kusta di Kabupaten Sintang (kelompok 8) adalah jumlah sarana kesehatan, jumlah tenaga kesehatan, jumlah penduduk laki-laki dan kepadatan penduduk.

3. Salah satu interpretasi model GWPR di Kabupaten Paser berdasarkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap rata-rata jumlah kasus kusta, bahwa setiap kenaikan 1 unit sarana kesehatan di Kabupaten Paser, dengan asumsi variabel lain konstan maka rata-rata jumlah kasus kusta di Kabupaten Paser akan menurun sebesar 0,38%, apabila terjadi kenaikan 1 orang penduduk laki-laki dengan asumsi variabel lain konstan, maka rata-rata jumlah kasus kusta akan meningkat 0,0005%, sedangkan apabila kepadatan penduduk di Kabupaten Paser mengalami kenaikan 1 orang per km^2, maka rata-rata jumlah kasus kusta akan meningkat sebesar 0,009%.

5.2 Saran

Penelitian ini membatasi pengujian asumsi regresi Poisson, yaitu asumsi equidispersi. Penelitian selanjutnya yang akan membahas topik yang sama dapat melakukan pengujian asumsi ini dan menindaklanjuti dengan metode analisis yang sesuai. Selain itu penelitian selanjutnya dapat menggunakan kriteria *Bayesian Information Criterion* (BIC) dalam penentuan *bandwidth* optimum.

DAFTAR PUSTAKA

Anselin, L. & Getis, A. (1992). "Spatial Statistical Analysis and Geographic Information Systems". *The Annals of Regional Science*. *26*(1), 19-33.

BPS. (2019a). *Provinsi Kalimantan Barat dalam Angka 2018*. Kalimantan Barat: Badan Pusat Statitik Provinsi Kalimantan Barat.

BPS. (2019b). *Provinsi Kalimantan Selatan dalam Angka 2018*. Kalimantan Selatan: Badan Pusat Statitik Provinsi Kalimantan Selatan.

BPS. (2019c). *Provinsi Kalimantan Tengah dalam Angka 2018*. Kalimantan Tengah: Badan Pusat Statitik Provinsi Kalimantan Tengah.

BPS. (2019d). *Provinsi Kalimantan Timur dalam Angka 2018*. Kalimantan Timur: Badan Pusat Statitik Provinsi Kalimantan Timur.

BPS. (2019e). *Provinsi Kalimantan Utara dalam Angka 2018*. Kalimantan Utara: Badan Pusat Statitik Provinsi Kalimantan Utara.

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

Caraka, R,E dan Yasin, H. (2017). *Geographically Weighted Regression (GWR)*. Yogyakarta: Mobius.

Darnah. (2010). "Menentukan Model Terbaik dalam Regresi Poisson dengan Menggunakan Koefisien Determinasi". *Jurnal Matematika, Statistika, & Komputasi*. 6(2), Januari 2010, 59-71.

Destyanugraha, R dan Kurniawan, R. (2017). "Pemodelan Angka Kematian Ibu di Indonesia dengan Pendekatan Geographically Weighted Poisson Regression". *Jurnal Matematika, Saint, dan Teknologi*. 18(2), September 2017, 77-95.

Fathurahman, M. (2010). "Pemilihan Model Regresi Terbaik Menggunakan Akaike's Information Criterion". *Jurnal EKSPONENSIAL*. 1(2), September 2010.

Fotheringham, A.S. Brunsdon, Charlton, M. (2002). *Geographically Weighted Regression*. Chicester: John Wiley and Sons.

Gujarati, D.N. (2004). *Basic Econometrics Fourth Edition*. New York: The Mc Graw-Hill Companies.

Hosmer, D.W., Lemeshow, S. & May, S. (2008). *Applied Survival Analysis: Regression Modelling of Time to Event Data*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.

Ilmi, F.M. (2015). *Pemodelan Kasus Malaria dan Filariasis di Jawa Timur Menggunakan Regresi Poisson Bivariat* (skripsi). Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Juniarti, L.C. (2015). *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kasus Kusta di Jawa Timur Pada Tahun 2013 dengan Menggunakan Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)* (skripsi). Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Kemenkes. (2015). *Infodatin: Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI, Kusta*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Kemenkes. (2019a). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tentang Penanggulangan Kusta*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Kemenkes. (2019b). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2018*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Kleinbaum, D.G, Kupper, L.L. & Muller, K.E. (1988). *Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods*. Boston: PWS-KENT Publishing Company.

Kora, B. (2013). "Faktor Risiko Kejadian Penyakit Kusta di Wilayah Kerja Puskesmas Saumlaki Kabupaten Maluku Tenggara Barat Tahun 2010-2011". *Jurnal MKMI*. 236-242.

Lutfiani, N. (2017). *Pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) dengan Fungsi Pembobot Kernel Gaussian dan Bi-Square* (skripsi). Universitas Negeri Semarang.

McCullagh, P. & Nelder, J.A. (1989). *Generalized Linear Models*. London: Chapman & Hall.

Mulyadi, A., Sepdianto, T.C. dan Mitayasari. E. (2017). "Upaya Penderita Kusta dalam Mencegah Peningkatan Derajat Kecacatan". *Jurnal Ners dan Kebidanan*. 4(3), Desember 2017, p186-189.

Nakaya, T., Fotheringham, A.S., Brunsdon, C. dan Charlton, M. (2005). "Geographically Weighted Poisson Regression for Disease Association Mapping". *Statistics in Medicine*. 24(17), 2695-2717.

Nelder, J.A. & Wedderburn, R.W.M. (1972). "Generalized Linear Model". *Journal of the Royal Statistical Society*. A135, 370-384.

Nohe, D.A. (2013). *Biostatistika 1*. Jakarta Barat: Halaman Moeka Publishing.

Noviani, D., Nur, I.M, dan Wasono, R.. (2014). "Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR) untuk Pemodelan Jumlah Penderita Kusta di Jawa Tengah". *Statistika*. 2(2), November 2014.

Pamungkas, R.A., Rahmawati, R. dan Yasin, H. (2016). "Perbandingan Model GWR dengan *Fixed* dan *Adaptive Bandwidth* untuk Persentase Penduduk Miskin di Jawa Tengah". *Jurnal Gaussian*. 5(3), 2016, 535-544.

Purhadi, Purnami, S.W. dan Wuryanti, I.F., (2013). "Pemodelan Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR) pada Angka Kematian Balita di Kabupaten Bojonegoro Tahun 2011". *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2(1), 2013, 2337-3520.

Purhadi, Rida, D.L. dan Sri, P.W. (2014). "Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kasus Penyakit Tuberkulosis di Jawa Timur dengan Pendekatan Generalized Poisson Regression dan Geographically Weighted Poisson Regression". *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 3(2).

Rencher, A.C & Schaalje, G.B. (2008). *Linear Models in Statistics Second Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Rencher, A.C. (2002). *Linear Models in Statistics*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Siswanti dan Wijayanti, Y. (2018). "Faktor Risiko Lingkungan Kejadian Kusta". *Higeia Journal of Public Health Research and Development*. 2(3), 2018.

Wicaksono, M.A., Faisya, A.F. dan Budi, I.S. (2015). " Hubungan Lingkungan Fisik Rumah dan Karakteristik Responden dengan Penyakit Kusta Klinis

di Kota Bandar Lampung". *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*. 6(3), November 2015, 167-177.

Widarjono, A. (2007). *Ekonometrika: Teori dan Aplikasi untuk Ekonomi dan Bisnis*. Yogyakarta: Ekonisia Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian

No	Kabupaten/Kota	Lintang	Bujur	Jumlah Kasus Kusta (Y)	Jumlah Sarana Kesehatan (X_1)	Jumlah Tenaga Kesehatan (X_2)	Jumlah Penduduk Laki-Laki (X_3)	Kepadatan Penduduk (X_4)
1	Paser	-1,9106	116,1913	13	22	753	144214	25.76
2	Kutai Barat	-0,2365	115,6948	19	20	497	78923	10.8
3	Kutai Kartanegara	-0,4430	116,9987	57	35	1300	392574	30.25
4	Kutai Timur	0,5257	117,6082	23	26	1129	190250	12.11
5	Berau	2,1499	117,5075	14	23	613	118131	10.69
6	Penajam Paser Utara	-1,3100	116,7273	10	12	468	81515	55.04
7	Mahakam Ulu	0,5302	115,2269	0	7	77	14053	1.36
8	Balikpapan	-1,2765	116,8277	25	37	996	321826	1279.02
9	Samarinda	-0,4921	117,1459	7	37	1109	429110	1218.05
10	Bontang	0,0695	117,4443	14	12	318	90936	1089.38
11	Kabupaten Sambas	1,3608	109,3285	0	115	1221	244604	83
12	Kabupaten Bengkayang	0,8689	109,4974	0	76	1050	112152	46
13	Kabupaten Landak	0,3746	109,9383	0	89	930	172373	37
14	Kabupaten Mempawah	0,3505	108,9624	4	38	541	118980	202
15	Kabupaten Sanggau	0,1232	110,5960	6	83	854	211859	36
16	Kabupaten Ketapang	-1,8442	109,9792	5	147	1420	222258	16
17	Kabupaten Sintang	0,0783	111,4955	1	129	747	188433	19
18	Kabupaten Kapuas Hulu	0,8790	112,9253	0	118	1198	113452	9
19	Kabupaten Sekadau	0,0070	110,9546	0	68	625	93899	36
20	Kabupaten Melawi	-0,3764	111,7686	0	63	553	91529	19
21	Kabupaten Kayong Utara	-1,2535	109,9543	19	35	318	48835	24

Lampiran 1. Data Penelitian (lanjutan)

No	Kabupaten/Kota	Lintang	Bujur	Jumlah Kasus Kusta (Y)	Jumlah Sarana Kesehatan (X_1)	Jumlah Tenaga Kesehatan (X_2)	Jumlah Penduduk Laki-Laki (X_3)	Kepadatan Penduduk (X_4)
22	Kabupaten Kubu Raya	-0,1271	109,4039	10	84	1023	254946	81
23	Kota Pontianak	-0,0223	109,3381	7	42	859	277971	5817
24	Kota Singkawang	0,9043	108,9772	12	32	471	95612	427
25	Tanah Laut	-3,7998	114,7826	19	83	805	174019	93.41
26	Kotabaru	-3,2363	116,2281	15	102	787	174804	35.51
27	Banjar	-3,4090	114,8482	23	100	1268	294913	124.26
28	Barito Kuala	-2,9780	114,7658	12	72	943	155586	103.46
29	Tapin	-2,9310	115,1554	13	38	662	95425	70.01
30	Hulu Sungai Selatan	-2,7867	115,2659	2	88	647	117728	130.32
31	Hulu Sungai Tengah	-2,5847	115,3845	2	50	655	135173	183.01
32	Hulu Sungai Utara	-2,4192	115,2543	6	44	660	115592	262.8
33	Tabalong	-2,1647	115,3823	7	34	572	127571	66.58
34	Tanah Bumbu	-3,4835	115,9468	1	22	1258	183275	70.24
35	Balangan	-2,3638	115,4711	7	24	551	65191	68.95
36	Banjarmasin	-3,3278	114,5887	15	63	693	351405	9734.29
37	Banjarbaru	-3,4387	114,8310	7	28	722	131317	688.94
38	Kotawaringin Barat	-2,6924	111,6344	25	97	666	161214	28
39	Kotawaringin Timur	-2,5374	112,9413	12	163	970	241460	27
40	Kapuas	-2,9647	114,4161	14	138	1448	182073	24
41	Barito Selatan	-1,7195	114,8451	2	68	713	69327	15
42	Barito Utara	-0,9523	114,8985	0	100	642	67581	16

Lampiran 1. Data Penelitian (lanjutan)

No	Kabupaten/Kota	Lintang	Bujur	Jumlah Kasus Kusta (Y)	Jumlah Sarana Kesehatan (X_1)	Jumlah Tenaga Kesehatan (X_2)	Jumlah Penduduk Laki-Laki (X_3)	Kepadatan Penduduk (X_4)
43	Sukamara	-2,7608	111,1766	5	35	251	32998	16
44	Lamandau	-2,1852	111,4270	14	87	486	43015	13
45	Seruyan	-3,4141	112,5417	6	94	660	106525	12
46	Katingan	-1,8809	113,3992	6	139	621	87941	10
47	Pulang Pisau	-2,7164	114,3047	3	87	437	65953	14
48	Gunung Mas	-1,1270	113,8448	11	77	655	62468	11
49	Barito Timur	-2,1157	115,1696	6	74	640	63689	32
50	Murung Raya	-0,6407	114,5687	4	125	704	61533	5
51	Palangka Raya	-2,1743	113,8803	4	43	1060	145301	118
52	Malinau	3,5524	116,6225	2	64	669	46902	10
53	Bulungan	2,8431	117,3757	6	58	649	74020	2
54	Tana Tidung	3,6078	116,9031	1	22	173	14775	10
55	Nunukan	4,0768	117,7189	21	93	849	107213	6
56	Tarakan	3,3141	117,6049	11	12	488	137101	15

Lampiran 2. Sintaks dan *Output* Program *R* Analisis Statistik Deskriptif

```
Data=read.table("E://Data_Kusta.txt",header=T)
summary(Data)
       Y                X1               X2
 Min.   : 0.000   Min.   :  7.00   Min.   :  77.0
 1st Qu.: 2.000   1st Qu.: 34.75   1st Qu.: 567.2
 Median : 7.000   Median : 63.50   Median : 667.5
 Mean   : 9.429   Mean   : 65.61   Mean   : 751.3
 3rd Qu.:14.000   3rd Qu.: 90.00   3rd Qu.: 949.8
 Max.   :57.000   Max.   :163.00   Max.   :1448.0

      X3              X4             Prevalensi
 Min.   : 14053   Min.   :   1.36   Min.   :0.00000
 1st Qu.: 77697   1st Qu.:  13.75   1st Qu.:0.01073
 Median :117930   Median :  31.12   Median :0.03205
 Mean   :142884   Mean   : 403.58   Mean   :0.03980
 3rd Qu.:182374   3rd Qu.:  95.92   3rd Qu.:0.05510
 Max.   :429110   Max.   :9734.29   Max.   :0.17390

Stdev_Y=sd(Data$Y)
Stdev_X1=sd(Data$X1)
Stdev_X2=sd(Data$X2)
Stdev_X3=sd(Data$X3)
Stdev_X4=sd(Data$X4)
Stdev_Prevalensi=sd(Data$Prevalensi)

KV_Y=(Stdev_Y/mean(Data$Y))*100
KV_X1=(Stdev_X1/mean(Data$X1))*100
KV_X2=(Stdev_X2/mean(Data$X2))*100
KV_X3=(Stdev_X3/mean(Data$X3))*100
KV_X4=(Stdev_X4/mean(Data$X4))*100
KV_Prevalensi=(Stdev_Prevalensi/mean(Data$Prevalensi))*100

data.frame(Stdev_Y,Stdev_X1,Stdev_X2,Stdev_X3,Stdev_X4,Stdev_Prevalensi)

Stdev_Y  Stdev_X1 Stdev_X2 Stdev_X3 Stdev_X4   Stdev_Prevalensi
9.663158 39.37959 304.9402 92090.66 1505.728   0.03926232

data.frame(KV_Y,KV_X1,KV_X2,KV_X3,KV_X4,KV_Prevalensi)

KV_Y     KV_X1    KV_X2    KV_X3    KV_X4      KV_Prevalensi
102.488  60.02332 40.58718 64.45119 373.0967   98.64905
```

Lampiran 3. Sintaks dan *Output* Program *R* Pendeteksian Multikolinieritas

```
library(zoo)
library(car)
library(lmtest)
Data=read.table("E://Data_Kusta.txt",header=T)
Data
Model=glm(Y~X1+X2+X3+X4,data=Data,family=poisson)
vif(Model)

X1         X2          X3         X4
1.269807  3.275995   3.430474  1.401215
```

Lampiran 4. Sintaks Program *Octave* Pemodelan Regresi Poisson

```
clc;clear all;
pkg load io
%input data%
Data=xlsread('E:\Data_Kusta.xlsx');
y=Data(:,1);
Xv=Data(:,2:5);

%Penaksiran Parameter Regresi Poisson Global
n=length(y);
X0=ones(n,1);
X=[X0,Xv];
%X=[X0];
ybar=mean(y)*X0;
beta0=inv(X'*X)*X'*ybar;
p=length(Xv(1,:));
beta=beta0;
betabaru=beta0;
epsilon=10^(-12);
iterasi=1000;
for m=1:iterasi
    m;
    beta=betabaru;
    g=X'*(y-exp(X*beta)); %Vektor Gradien
    V=diag(exp(X*beta));
    H=-X'*V*X;
    betabaru=beta-H\g;
    nrm=norm(betabaru-beta);
if nrm<=epsilon
    betatopi=betabaru;
    break
end
end
nrm;

%%%%Pengujian Signifikansi Parameter Secara Serentak%%%%
l_omega_i=zeros(n,1);
for k=1:n
    l_omega_i(k)=y(k)*X(k,:)*betatopi-exp(X(k,:)*betatopi)-
    sum(log([1:1:y(k)]));
end
l_omega=sum(l_omega_i);
l_omega_0=-334.9367;
G_hitung=2*(l_omega-l_omega_0);
G_kritis=9.4877;
if G_hitung>G_kritis
    Keputusan_uji=1;
else
    Keputusan_uji=0;
end
p_value=1-chi2cdf(G_hitung,4);

%%%Pengujian Parameter Secara Parsial%%%
IF=-H; %informasi fisher
Var_kov_betatopi=inv(IF);
Var_betatopi=zeros(p+1,1);
```

Lampiran 4. Sintaks Program *Octave* Pemodelan Regresi Poisson (lanjutan)

```
for k=1:p+1
    Var_betatopi(k)=Var_kov_betatopi(k,k);
end
SE=sqrt(Var_betatopi);
W_hitung=betatopi./SE
p_value_parsial=2*(ones(p+1,1)-normcdf(abs(W_hitung)));

%%%Nilai GCV dan AIC%%%
y_topi=exp(X*betatopi);
S=X*inv(X'*V*X)*X'*V;
KE=(y-y_topi).^2;
JKE=sum(KE);
GCV_global=n*JKE/(n-trace(S))^2;
AIC=(-2*l_omega)+(2*p+1);

%output
%%%Pengujian Serentak%%%
disp(sprintf('\n*********************************************'))
disp('   Pengujian Signifikansi Parameter Secara Serentak     ')
disp(sprintf('\n*********************************************'))
disp(' G_Hitung     G_Kritis       P-Value     Keputusan Uji')
disp(sprintf('%10.4f %10.4f %10.4f %1.0f',G_hitung,G_kritis,
              p_value,    Keputusan_uji))
disp(sprintf('*********************************************'))
disp('Keterangan: 0 = Gagal menolak H0, 1 = Menolak H0')

%%%Pengujian Parsial%%%
disp(sprintf('\n*********************************************'))
disp(' Pengujian Signifikansi Parameter Secara Parsial        ')
disp(sprintf('\n*********************************************'))
SE
W_hitung
p_value_parsial=2*(ones(p+1,1)-normcdf(abs(W_hitung)))
disp(sprintf('*********************************************'))
disp('Keterangan: alfa = 0.05, W_Kritis = 1.96')

%%%Model Terbaik%%%
disp(sprintf('\n*********************************************'))
disp('Nilai GCV dan AIC Model Regresi Poisson')
disp(sprintf('\n*********************************************'))
disp(' GCV_Global        AIC')
disp(sprintf('%10.4f %10.4f',GCV_global, AIC))
disp(sprintf('*********************************************'))
```

Lampiran 5. *Output* Program *Octave* Pemodelan Regresi Poisson

```
**********************************************************************
                    Penaksiran Model Regresi Poisson Global
**********************************************************************
betatopi =
   1.9464
  -0.0043
  -0.0003
   0.0000
  -0.0001
**********************************************************************

**********************************************************************
                  Pengujian Signifikansi Parameter Secara Serentak
**********************************************************************
 G_Hitung    G_Kritis      P-Value     Keputusan Uji
 119.5139    9.4877       0.0000           1
**********************************************************************
Keterangan: 0 = Gagal menolak H0, 1 = Menolak H0


**********************************************************************
                  Pengujian Signifikansi Parameter Secara Parsial
**********************************************************************
  W_hitung =              p_value_parsial =
    14.8175                      0
    -3.2706                    0.0011
    -1.0693                    0.2849
     7.3691                    0.0000
    -3.0271                    0.0025
**********************************************************************
Keterangan: alfa = 0.05, W_Kritis = 1.96


**********************************************************************
                  Nilai GCV dan AIC Model Regresi Poisson Global
**********************************************************************
                          GCV_Global          AIC
                          79.9511             559.3595
**********************************************************************
```

Lampiran 6. Sintaks dan *Output* Program *R* Pengujian Heterogenitas Spasial

```
Data=read.table("E://kusta_oke.txt",header=T)
Data
Model=glm(Y~X1+X2+X3+X4,data=Data,family=poisson)
prediksi=predict(Model,type='response')
residu=mean(Data$Y)-prediksi
r=abs(residu)
glejser=lm(r~X1+X2+X3+X4,data=Data)
summary(glejser)

Call:
lm(formula = r ~ X1 + X2 + X3 + X4, data = Data)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-5.2121 -2.6772 -0.8194  1.9508 12.2270

Coefficients:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  9.277e-01  1.334e+00   0.695  0.49003
X1          -1.451e-02  1.416e-02  -1.025  0.31020
X2          -3.587e-03  2.731e-03  -1.313  0.19491
X3           4.311e-05  9.180e-06   4.696 2.04e-05 ***
X4          -1.192e-03  3.969e-04  -3.004  0.00413 **
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 3.58 on 51 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4051,    Adjusted R-squared:  0.3584
F-statistic: 8.682 on 4 and 51 DF,  p-value: 2.007e-05
```

Lampiran 7. Sintaks Program *Octave* Pemilihan *Bandwidth* Optimum

```
clc;
clear all;
%input data%
Data=xlsread('E:\Data_Kusta.xlsx');
y=Data(:,1);
Xv=Data(:,2:5);

%Penaksiran Parameter GWPR%
n=length(y);
X0=ones(n,1);
X=[X0,Xv];
%X=[X0];
ybar=mean(y)*X0;
beta0=inv(X'*X)*X'*ybar;
p=length(Xv(1,:));
Lintang=Data(:,6);
Bujur=Data(:,7);
d=zeros(n,n);

%%%Menghitung Jarak Euclidean%%%
for i=1:n
    for j=1:n
        d(j,i)=sqrt((Lintang(i)-Lintang(j))^2+(Bujur(i)-
        Bujur(j))^2);
    end
end
d;

%%%Menentukan Bandwidth Masing-Masing Lokasi%%%
lk=( 'input lokasi ke-i');
bwb=max(d(:,lk));
bwa=2*max(d(:,lk));
bb=1000; %banyak bandwidth yg dicoba dalam interval yang dipilih
bw=linspace(bwb,bwa,bb)';

%%%Menghitung Pembobot Spasial%%%
w_ij=zeros(n,bb);
for i=1:bb
    for j=1:n
        w_ij(j,i)=(1-(d(j,lk)/bw(i))^2)^2;
    end
end
w_ij;

%%%Melakukan Penaksiran Parameter dan Menentukan GCV%%%
KE=zeros(bb,1);
GCV_lokal=zeros(bb,1);
y_topi=zeros(bb,1);
betabaru=beta0;
epsilon=10^(-12);
iterasi=100;
betatopi=zeros(p+1,bb);
%betatopi=zeros(1,bb);
for k=1:bb
```

Lampiran 7. Sintaks Program *Octave* Pemilihan *Bandwidth* Optimum (lanjutan)

```
W=diag(w_ij(:,k));
S=zeros(n,n);
for q=1:iterasi;
    beta=betabaru;
    g=X'*W*(y-exp(X*beta));
    V=diag(exp(X*beta));
    H=-X'*W*V*X;
    betabaru=beta-H\g;
    nrm=norm(betabaru-beta);
    if nrm<=epsilon
        betatopi(:,k)=betabaru;
        y_topi(k)=exp(X(lk,:)*betatopi(:,k));
        KE(k)=(y(lk)-y_topi(k))^2;
        S(lk,:)=X(lk,:)*inv(X'*W*V*X)*X'*W*V;
        GCV_lokal(k)=n*KE(k)/(n-trace(S));
    break
end
end
end
plot(bw,GCV_lokal)
m=0;
for k=1:bb
    if GCV_lokal(k)<=min (GCV_lokal)
        format long
        bw_op=bw(k)
        GCV_op=GCV_lokal(k)
        Beta_taksiran=betatopi(:,k);
        break
    end
end
```

Lampiran 8. Sintaks Program *Octave* Pemodelan GWPR

```
clc;
clear all;
pkg load io
%input data%
Data=xlsread('E:\Data_Kusta.xlsx');
y=Data(:,1);
Xv=Data(:,2:5);

%Penaksiran Parameter GWPR%
n=length(y);
X0=ones(n,1);
X=[X0,Xv];
%X=[X0];
ybar=mean(y)*X0;
beta0=inv(X'*X)*X'*ybar; %iterasi awal
p=length(Xv(1,:));
%p=0;

%%%Jarak Euclidean%%%
Lintang=Data(:,6);
Bujur=Data(:,7);
d=zeros(n,n);
for i=1:n
    for j=1:n
        d(j,i)=sqrt((Lintang(i)-Lintang(j))^2+(Bujur(i)-
        Bujur(j))^2);
    end
end
d;

%%%Menghitung Pembobot Semua Lokasi%%%
bw_op=xlsread('E:\bw_optimum.xlsx');
%bw=xlsread('bwX0');
W_S=zeros(n,n);
for lk=1:n
    for j=1:n
        W_S(j,lk)=(1-(d(j,lk)/bw_op(lk))^2)^2;
        W_S(:,2)=ones(n,1); W_S(:,6)=ones(n,1);
        W_S(:,10)=ones(n,1); W_S(:,14)=ones(n,1);
        W_S(:,29)=ones(n,1); W_S(:,30)=ones(n,1);
        W_S(:,34)=ones(n,1);
        W_S(:,41)=ones(n,1);
        W_S(:,42)=ones(n,1);
        W_S(:,43)=ones(n,1);
        W_S(:,45)=ones(n,1);
        W_S(:,47)=ones(n,1);
        W_S(:,48)=ones(n,1);
        W_S(:,50)=ones(n,1);
        W_S(:,52)=ones(n,1);
        W_S(:,53)=ones(n,1);
end
end
format short
W_S;
```

Lampiran 8. Sintaks Program *Octave* Pemodelan GWPR (lanjutan)

```
%%%Penaksiran Parameter GWPR%%%
epsilon=10^(-12); iterasi=100;
betatopi=zeros(p+1,n);
l_GW_i=zeros(n,1);
stat_Z=zeros(p+1,n);
S=zeros(n,n);
y_topi=zeros(n,1);
KE_lokal=zeros(n,1);
betabaru=beta0;
for lk=1:n
    for q=1:iterasi;
    beta=betabaru;
    W=diag(W_S(:,lk));
    g=X'*W*(y-exp(X*beta)); %vektor gradien
    V=diag(exp(X*beta));
    H=-X'*W*V*X; %matriks Hessian
    betabaru=beta-H\g;
    nrm=norm(betabaru-beta);
    if nrm<=epsilon
        betatopi(:,lk)=betabaru;
        l_GW_i(lk)=y(lk)*X(lk,:)*betatopi(:,lk)-
        exp(X(lk,:)*betatopi(:,lk))-sum(log([1:1:y(lk)]));
        S(lk,:)=X(lk,:)*inv(X'*W*V*X)*X'*W*V;
        y_topi(lk)=exp(X(lk,:)*betatopi(:,lk));
        KE_lokal(lk)=(y(lk)-y_topi(lk))^2;
        varkov=-inv(H);
        var_beta=zeros(p+1,1);
        for k=1:p+1
            var_beta(k)=varkov(k,k);
        end
        var_betatopi(:,lk)=var_beta;
        break
    end
    end
end
format short
betatopi;
```

Lampiran 8. Sintaks Program *Octave* Pemodelan GWPR (lanjutan)

```
%%%Pengujian Kesesuaian%%%
l_GW_i;
l_GW=sum(l_GW_i);
l_omega=-262.9728;
l_omega_0=-334.9367;
devians_1=2*(l_omega-l_omega_0);
devians_2=2*(l_GW-l_omega_0);
db_1=p; db_2=n*p;
F1=(devians_1/db_1)/(devians_2/db_2)
F_kritis=2.4038
if F1>F_kritis
    Keputusan_uji=1
else
    Keputusan_uji=0
end
var_betatopi;
p_value_kesesuaian=1-fcdf(F1,db_2,db_1)


%%%Pengujian Simultan
l_GW_0=-301.4009;
db_S=ceil(trace(S));
G2=2*(l_GW-l_GW_0);
G2_kritis=15.5073;
if G2>G2_kritis
    Keputusan_uji=1;
else
    Keputusan_uji=0;
end
p_value_simultan=1-chi2cdf(G2,db_S)


%%%Pengujian Parsial%%%
SE=sqrt(var_betatopi);
stat_Z=betatopi./SE ;
p_value_parsial=2*(1-normcdf(abs(stat_Z)));

%%%Pemilihan Model Terbaik%%%
JKE=sum(KE_lokal);
GCV_GWPR=n*JKE/(n-trace(S))^2; %GCV GWPR
AIC=(-2*l_GW)+(2*p+1);

%%%Nilai Rasio Parameter Model GWPR%%%
rasio=zeros(p+1,n);
for lk=1:n
    rasio(:,lk)=exp(betatopi(:,lk));
end
rasio
```

Lampiran 8. Sintaks Program *Octave* Pemodelan GWPR (lanjutan)

```
%output
%Jarak euclidean
disp(sprintf('\n*********************************************'))
disp('                Jarak Euclidean                 ')
disp(sprintf('\n*********************************************'))
d
disp(sprintf('*********************************************'))

%bandwidth optimum
disp(sprintf('\n*********************************************'))
disp('                Bandwidth Optimum Semua Lokasi           ')
disp(sprintf('\n*********************************************'))
bw_op
disp(sprintf('*********************************************'))

%Pembobot Spasial
disp(sprintf('\n*********************************************'))
disp('                Pembobot Spasial Semua Lokasi            ')
disp(sprintf('\n*********************************************'))
pembobot_1_10=W_S(:,1:10)
pembobot_11_20=W_S(:,11:20)
pembobot_21_30=W_S(:,21:30)
pembobot_31_40=W_S(:,31:40)
pembobot_41_50=W_S(:,41:50)
pembobot_51_56=W_S(:,51:56)
disp(sprintf('*********************************************'))

%Penaksiran Parameter
disp(sprintf('\n*********************************************'))
disp('                Penaksiran Parameter Model GWPR          ')
disp(sprintf('\n*********************************************'))
taksiran_1_10=betatopi(:,1:10)
taksiran_11_20=betatopi(:,11:20)
taksiran_21_30=betatopi(:,21:30)
taksiran_31_40=betatopi(:,31:40)
taksiran_41_50=betatopi(:,41:50)
taksiran_51_56=betatopi(:,51:56)
disp(sprintf('*********************************************'))

%%%Pengujian Kesesuaian%%%
disp(sprintf('\n*********************************************'))
disp('Pengujian Kesesuaian Model Regresi Poisson dan Model
GWPR')
disp(sprintf('\n*********************************************'))
disp(' F1_Hitung   F_Kritis    P-Value     Keputusan Uji')
disp(sprintf('%10.4f %10.4f %10.4f

%1.0f',F1,F_kritis,p_value_kesesuaian,Keputusan_uji))
disp(sprintf('*********************************************'))
disp('Keterangan: 0 = Gagal menolak H0, 1 = Menolak H0')
```

Lampiran 8. Sintaks Program *Octave* Pemodelan GWPR (lanjutan)

```
%%%Uji Serentak%%%
disp(sprintf('\n*********************************************'))
disp('    Pengujian Signifikansi Parameter Secara Serentak    ')
disp(sprintf('\n*********************************************'))
disp(' G2_Hitung     G_Kritis       P-Value     Keputusan Uji')
disp(sprintf('%10.4f %10.4f %10.4f
%1.0f',G2,G_kritis,p_value_simultan,Keputusan_uji))
disp(sprintf('*********************************************'))
disp('Keterangan: 0 = Gagal menolak H0, 1 = Menolak H0')


%%%Pengujian Parsial%%%
disp(sprintf('\n*********************************************'))
disp('     Pengujian Signifikansi Parameter Secara Parsial    ')
disp(sprintf('\n*********************************************'))
SE_1_10=SE(:,1:10)
SE_11_20=SE(:,11:20)
SE_21_30=SE(:,21:30)
SE_31_40=SE(:,31:40)
SE_41_50=SE(:,41:50)
SE_51_56=SE(:,51:56)

stat_Z_1_10=stat_Z(:,1:10)
stat_Z_11_20=stat_Z(:,11:20)
stat_Z_21_30=stat_Z(:,21:30)
stat_Z_31_40=stat_Z(:,31:40)
stat_Z_41_50=stat_Z(:,41:50)
stat_Z_51_56=stat_Z(:,51:56)

pv_1_10=p_value_parsial(:,1:10)
pv_11_20=p_value_parsial(:,11:20)
pv_21_30=p_value_parsial(:,21:30)
pv_31_40=p_value_parsial(:,31:40)
pv_41_50=p_value_parsial(:,41:50)
pv_51_56=p_value_parsial(:,51:56)
disp(sprintf('*********************************************'))
disp('Keterangan: alfa = 0.05, Z_Kritis = 1.96')


%%%Model Terbaik%%%
disp(sprintf('\n*********************************************'))
disp('Nilai GCV R-Square dan AIC Model Regresi Poisson')
disp(sprintf('\n*********************************************'))
disp(' GCV_GWPR     AIC')
disp(sprintf('%10.4f %10.4f %10.4f',GCV_GWPR,AIC))
disp(sprintf('*********************************************'))
```

Lampiran 9. *Output* Program *Octave* Perhitungan Jarak *Euclidean*

```
**********************************************************************
                          Jarak Euclidean
**********************************************************************
d =
Columns 1 through 10

   0.0000   1.7462   1.6750   2.8184   4.2685   0.8050   2.6244   0.8984   1.7098   2.3432
   1.7462   0.0000   1.3202   2.0596   2.9968   1.4894   0.8982   1.5379   1.4734   1.7761
   1.6750   1.3202   0.0000   1.1445   2.6423   0.9085   2.0215   0.8509   0.1552   0.6791
   2.8184   2.0596   1.1445   0.0000   1.6273   2.0361   2.3813   1.9640   1.1179   0.4847
   4.2685   2.9968   2.6423   1.6273   0.0000   3.5468   2.7972   3.4932   2.6666   2.0814
   0.8050   1.4894   0.9085   2.0361   3.5468   0.0000   2.3743   0.1058   0.9188   1.5547
   2.6244   0.8982   2.0215   2.3813   2.7972   2.3743   0.0000   2.4139   2.1743   2.2648
   0.8984   1.5379   0.8509   1.9640   3.4932   0.1058   2.4139   0.0000   0.8465   1.4805
   1.7098   1.4734   0.1552   1.1179   2.6666   0.9188   2.1743   0.8465   0.0000   0.6360
   2.3432   1.7761   0.6791   0.4847   2.0814   1.5547   2.2648   1.4805   0.6360   0.0000
   7.6026   6.5636   7.8794   8.3217   8.2170   7.8661   5.9566   7.9494   8.0340   8.2179
   7.2480   6.2952   7.6152   8.1181   8.1119   7.5511   5.7395   7.6378   7.7686   7.9870
   6.6575   5.7888   7.1076   7.6714   7.7746   6.9949   5.2909   7.0845   7.2595   7.5122
   7.5743   6.7579   8.0754   8.6476   8.7325   7.9405   6.2671   8.0318   8.2268   8.4866
   5.9535   5.1115   6.4277   7.0237   7.2025   6.2966   4.6488   6.3870   6.5787   6.8485
   6.2125   5.9374   7.1580   7.9886   8.5222   6.7692   5.7599   6.8720   7.2931   7.7065
   5.0996   4.2111   5.5278   6.1291   6.3589   5.4129   3.7587   5.5016   5.6791   5.9488
   4.2952   2.9857   4.2826   4.6962   4.7552   4.3871   2.3279   4.4581   4.4377   4.5909
   5.5768   4.7465   6.0608   6.6738   6.8944   5.9210   4.3042   6.0117   6.2114   6.4900
   4.6812   3.9287   5.2305   5.9089   6.2703   5.0458   3.5752   5.1385   5.3785   5.6932
   6.2715   5.8299   7.0909   7.8580   8.2846   6.7732   5.5661   6.8734   7.2318   7.6059
   7.0178   6.2919   7.6014   8.2302   8.4174   7.4183   5.8600   7.5123   7.7506   8.0428
   7.1086   6.3603   7.6721   8.2882   8.4533   7.5006   5.9147   7.5939   7.8219   8.1067
   7.7438   6.8138   8.1339   8.6393   8.6208   8.0602   6.2609   8.1478   8.2872   8.5082
   2.3566   3.6782   4.0223   5.1666   6.5440   3.1593   4.3527   3.2480   4.0652   4.6964
   1.3262   3.0468   2.8976   4.0072   5.5361   1.9899   3.8973   2.0495   2.8936   3.5224
   2.0122   3.2835   3.6636   4.8062   6.1622   2.8172   3.9574   2.9096   3.7132   4.3405
   1.7808   2.8946   3.3782   4.5117   5.8148   2.5748   3.5384   2.6733   3.4416   4.0573
   1.4541   2.7480   3.0964   4.2385   5.5989   2.2580   3.4619   2.3524   3.1481   3.7739
   1.2743   2.5860   2.9147   4.0569   5.4217   2.0776   3.3171   2.1725   2.9664   3.5921
   1.0514   2.3686   2.6819   3.8235   5.1888   1.8515   3.1189   1.9479   2.7352   3.3597
   1.0661   2.2267   2.6360   3.7701   5.0945   1.8439   2.9495   1.9446   2.7003   3.3151
   0.8480   1.9534   2.3616   3.4918   4.8096   1.5936   2.6994   1.6965   2.4306   3.0403
   1.5918   3.2568   3.2173   4.3398   5.8456   2.3094   4.0777   2.3763   3.2228   3.8557
   0.8509   2.1390   2.4542   3.5939   4.9518   1.6397   2.9043   1.7386   2.5116   3.1328
   2.1393   3.2832   3.7590   4.8956   6.2068   2.9403   3.9104   3.0366   3.8184   4.4380
   2.0459   3.3167   3.6977   4.8404   6.1965   2.8508   3.9886   2.9431   3.7472   4.3746
   4.6235   4.7453   5.8168   6.7855   7.6119   5.2772   4.8261   5.3829   5.9345   6.4330
   3.3099   3.5883   4.5661   5.5823   6.5438   3.9800   3.8255   4.0858   4.6757   5.2032
   2.0646   3.0130   3.6095   4.7299   5.9763   2.8425   3.5877   2.9438   3.6831   4.2868
   1.3597   1.7092   2.5035   3.5603   4.6969   1.9262   2.2819   2.0315   2.6077   3.1554
   1.6092   1.0707   2.1611   3.0866   4.0535   1.8635   1.5184   1.9563   2.2940   2.7432
   5.0863   5.1755   6.2665   7.2226   8.0122   5.7372   5.2188   5.8428   6.3859   6.8771
   4.7722   4.6916   5.8377   6.7495   7.4676   5.3721   4.6704   5.4766   5.9643   6.4259
   3.9472   4.4765   5.3565   6.4181   7.4577   4.6847   4.7716   4.7895   5.4531   6.0142
```

Lampiran 9. *Output* Program *Octave* Perhitungan Jarak *Euclidean* (lanjutan)

2.7923	2.8238	3.8761	4.8484	5.7555	3.3767	3.0255	3.4814	3.9958	4.4908
2.0515	2.8429	3.5251	4.6286	5.8257	2.8012	3.3750	2.9050	3.6083	4.1974
2.4739	2.0532	3.2272	4.1103	4.9146	2.8883	2.1579	2.9866	3.3616	3.7932
1.0421	1.9512	2.4786	3.5950	4.8643	1.7537	2.6465	1.8584	2.5577	3.1543
2.0605	1.1964	2.4380	3.2556	4.0527	2.2600	1.3432	2.3468	2.5815	2.9620
2.3260	2.6547	3.5668	4.6030	5.6440	2.9753	3.0212	3.0811	3.6734	4.2115
5.4800	3.9008	4.0131	3.1832	1.6584	4.8635	3.3289	4.8333	4.0782	3.5785
4.8990	3.5085	3.3077	2.3290	0.7056	4.2034	3.1570	4.1559	3.3431	2.7744
5.5641	4.0297	4.0519	3.1617	1.5782	4.9209	3.5045	4.8849	4.1071	3.5795
6.1792	4.7646	4.5768	3.5528	1.9385	5.4773	4.3346	5.4270	4.6047	4.0167
5.4126	4.0318	3.8057	2.7884	1.1683	4.7066	3.6613	4.6559	3.8338	3.2486

Columns 11 through 20

7.6026	7.2480	6.6575	7.5743	5.9535	6.2125	5.0996	4.2952	5.5768	4.6812
6.5636	6.2952	5.7888	6.7579	5.1115	5.9374	4.2111	2.9857	4.7465	3.9287
7.8794	7.6152	7.1076	8.0754	6.4277	7.1580	5.5278	4.2826	6.0608	5.2305
8.3217	8.1181	7.6714	8.6476	7.0237	7.9886	6.1291	4.6962	6.6738	5.9089
8.2170	8.1119	7.7746	8.7325	7.2025	8.5222	6.3589	4.7552	6.8944	6.2703
7.8661	7.5511	6.9949	7.9405	6.2966	6.7692	5.4129	4.3871	5.9210	5.0458
5.9566	5.7395	5.2909	6.2671	4.6488	5.7599	3.7587	2.3279	4.3042	3.5752
7.9494	7.6378	7.0845	8.0318	6.3870	6.8720	5.5016	4.4581	6.0117	5.1385
8.0340	7.7686	7.2595	8.2268	6.5787	7.2931	5.6791	4.4377	6.2114	5.3785
8.2179	7.9870	7.5122	8.4866	6.8485	7.7065	5.9488	4.5909	6.4900	5.6932
0	0.5201	1.1595	1.0746	1.7715	3.2704	2.5181	3.6289	2.1159	2.9953
0.5201	0	0.6624	0.7450	1.3278	2.7555	2.1488	3.4279	1.6930	2.5902
1.1595	0.6624	0	0.9762	0.7041	2.2192	1.5851	3.0293	1.0807	1.9784
1.0746	0.7450	0.9762	0	1.6493	2.4188	2.5477	3.9980	2.0216	2.8988
1.7715	1.3278	0.7041	1.6493	0	2.0618	0.9006	2.4489	0.3770	1.2746
3.2704	2.7555	2.2192	2.4188	2.0618	0	2.4485	4.0119	2.0924	2.3144
2.5181	2.1488	1.5851	2.5477	0.9006	2.4485	0	1.6387	0.5456	0.5304
3.6289	3.4279	3.0293	3.9980	2.4489	4.0119	1.6387	0	2.1550	1.7070
2.1159	1.6930	1.0807	2.0216	0.3770	2.0924	0.5456	2.1550	0	0.8998
2.9953	2.5902	1.9784	2.8988	1.2746	2.3144	0.5304	1.7070	0.8998	0
2.6882	2.1710	1.6282	1.8859	1.5189	0.5912	2.0369	3.6571	1.6092	2.0152
1.4898	1.0004	0.7330	0.6504	1.2181	1.8109	2.1017	3.6623	1.5565	2.3778
1.3831	0.9053	0.7196	0.5293	1.2663	1.9314	2.1597	3.6987	1.6168	2.4562
0.5760	0.5214	1.0974	0.5540	1.7974	2.9254	2.6503	3.9482	2.1715	3.0712
7.5086	7.0520	6.3948	7.1484	5.7374	5.1862	5.0838	5.0340	5.3986	4.5611
8.2908	7.8838	7.2526	8.1028	6.5580	6.4021	5.7779	5.2768	6.1910	5.2978
7.2951	6.8507	6.1986	6.9840	5.5279	5.1143	4.8375	4.6994	5.1797	4.3221
6.9563	6.5234	5.8775	6.6902	5.1966	4.9190	4.4761	4.2736	4.8410	3.9688
7.2369	6.8156	6.1762	7.0087	5.4878	5.2891	4.7382	4.4147	5.1263	4.2422
7.2425	6.8293	6.1949	7.0410	5.5023	5.3701	4.7354	4.3492	5.1373	4.2474
7.2279	6.8253	6.1983	7.0611	5.5011	5.4558	4.7134	4.2479	5.1323	4.2369
7.0288	6.6297	6.0054	6.8745	5.3069	5.3063	4.5129	4.0376	4.9370	4.0402
7.0055	6.6208	6.0071	6.8950	5.3050	5.4126	4.4876	3.9116	4.9316	4.0320
8.2018	7.7806	7.1405	7.9675	6.4529	6.1887	5.7009	5.3067	6.0914	5.2069
7.1836	6.7923	6.1734	7.0520	5.4728	5.5164	4.6658	4.1227	5.1009	4.2022
7.0465	6.5980	5.9442	6.7220	5.2774	4.8424	4.6010	4.5237	4.9323	4.0821
7.3016	6.8559	6.2032	6.9856	5.5337	5.1071	4.8471	4.7196	5.1865	4.3308
4.6632	4.1533	3.5047	4.0495	3.0010	1.8599	2.7742	3.7975	2.7837	2.3199

Lampiran 9. *Output* Program *Octave* Perhitungan Jarak *Euclidean* (lanjutan)

5.3149	4.8439	4.1830	4.9165	3.5467	3.0421	2.9887	3.4164	3.2281	2.4587
6.6778	6.2362	5.5858	6.3823	4.9121	4.5762	4.2178	4.1227	4.5621	3.7025
6.3183	5.9412	5.3350	6.2363	4.6315	4.8675	3.8016	3.2308	4.2564	3.3569
6.0312	5.6999	5.1346	6.0774	4.4349	4.9995	3.5556	2.6921	4.0589	3.1824
4.5170	3.9993	3.3711	3.8188	2.9419	1.5080	2.8570	4.0381	2.7767	2.4568
4.1204	3.6126	2.9612	3.5361	2.4534	1.4874	2.2645	3.4109	2.2425	1.8408
5.7554	5.2547	4.5969	5.1946	4.0371	3.0052	3.6457	4.3102	3.7713	3.1345
5.2038	4.7734	4.1310	4.9663	3.4459	3.4202	2.7318	2.8003	3.0887	2.2186
6.4332	5.9970	5.3497	6.1600	4.6710	4.4126	3.9626	3.8509	4.3174	3.4507
5.1562	4.7837	4.1852	5.1011	3.4810	3.9316	2.6404	2.2067	3.1047	2.2077
6.7974	6.4095	5.7938	6.6792	5.0922	5.1975	4.2793	3.7423	4.7193	3.8199
5.6094	5.2912	4.7404	5.6932	4.0455	4.7447	3.1562	2.2384	3.6717	2.8125
5.7633	5.3358	4.6943	5.5281	4.0081	3.9150	3.2805	3.1992	3.6494	2.7734
7.6161	7.6137	7.4011	8.3024	6.9338	8.5590	6.1932	4.5625	6.6854	6.2447
8.1826	8.1219	7.8364	8.7748	7.3049	8.7567	6.4978	4.8645	7.0195	6.4657
7.9009	7.8959	7.6787	8.5828	7.2057	8.8128	6.4575	4.8238	6.9534	6.4990
8.8190	8.8252	8.6165	9.5164	8.1466	9.7448	7.3972	5.7623	7.8942	7.4322
8.5038	8.4682	8.2108	9.1365	7.7011	9.2065	6.9134	5.2753	7.4272	6.9052

Columns 21 through 30

6.2715	7.0178	7.1086	7.7438	2.3566	1.3262	2.0122	1.7808	1.4541	1.2743
5.8299	6.2919	6.3603	6.8138	3.6782	3.0468	3.2835	2.8946	2.7480	2.5860
7.0909	7.6014	7.6721	8.1339	4.0223	2.8976	3.6636	3.3782	3.0964	2.9147
7.8580	8.2302	8.2882	8.6393	5.1666	4.0072	4.8062	4.5117	4.2385	4.0569
8.2846	8.4174	8.4533	8.6208	6.5440	5.5361	6.1622	5.8148	5.5989	5.4217
6.7732	7.4183	7.5006	8.0602	3.1593	1.9899	2.8172	2.5748	2.2580	2.0776
5.5661	5.8600	5.9147	6.2609	4.3527	3.8973	3.9574	3.5384	3.4619	3.3171
6.8734	7.5123	7.5939	8.1478	3.2480	2.0495	2.9096	2.6733	2.3524	2.1725
7.2318	7.7506	7.8219	8.2872	4.0652	2.8936	3.7132	3.4416	3.1481	2.9664
7.6059	8.0428	8.1067	8.5082	4.6964	3.5224	4.3405	4.0573	3.7739	3.5921
2.6882	1.4898	1.3831	0.5760	7.5086	8.2908	7.2951	6.9563	7.2369	7.2425
2.1710	1.0004	0.9053	0.5214	7.0520	7.8838	6.8507	6.5234	6.8156	6.8293
1.6282	0.7330	0.7196	1.0974	6.3948	7.2526	6.1986	5.8775	6.1762	6.1949
1.8859	0.6504	0.5293	0.5540	7.1484	8.1028	6.9840	6.6902	7.0087	7.0410
1.5189	1.2181	1.2663	1.7974	5.7374	6.5580	5.5279	5.1966	5.4878	5.5023
0.5912	1.8109	1.9314	2.9254	5.1862	6.4021	5.1143	4.9190	5.2891	5.3701
2.0369	2.1017	2.1597	2.6503	5.0838	5.7779	4.8375	4.4761	4.7382	4.7354
3.6571	3.6623	3.6987	3.9482	5.0340	5.2768	4.6994	4.2736	4.4147	4.3492
1.6092	1.5565	1.6168	2.1715	5.3986	6.1910	5.1797	4.8410	5.1263	5.1373
2.0152	2.3778	2.4562	3.0712	4.5611	5.2978	4.3221	3.9688	4.2422	4.2474
0	1.2537	1.3768	2.3687	5.4586	6.5797	5.3476	5.1112	5.4649	5.5285
1.2537	0	0.1237	1.1162	6.5130	7.4991	6.3570	6.0727	6.3986	6.4371
1.3768	0.1237	0	0.9944	6.6266	7.6028	6.4677	6.1803	6.5040	6.5407
2.3687	1.1162	0.9944	0	7.4720	8.3499	7.2851	6.9699	7.2718	7.2919
5.4586	6.5130	6.6266	7.4720	0	1.5515	0.3963	0.8220	0.9454	1.1225
6.5797	7.4991	7.6028	8.3499	1.5515	0	1.3907	1.4849	1.1153	1.0621
5.3476	6.3570	6.4677	7.2851	0.3963	1.3907	0	0.4388	0.5682	0.7495
5.1112	6.0727	6.1803	6.9699	0.8220	1.4849	0.4388	0	0.3924	0.5354
5.4649	6.3986	6.5040	7.2718	0.9454	1.1153	0.5682	0.3924	0	0.1817
5.5285	6.4371	6.5407	7.2919	1.1225	1.0621	0.7495	0.5354	0.1817	0
5.5910	6.4659	6.5670	7.2957	1.3560	1.0659	0.9834	0.7331	0.4152	0.2342

Lampiran 9. *Output* Program *Octave* Perhitungan Jarak *Euclidean* (lanjutan)

5.4267	6.2834	6.3833	7.1026	1.4590	1.2712	1.0699	0.7422	0.5213	0.3677
5.5040	6.3161	6.4127	7.1024	1.7416	1.3652	1.3541	1.0206	0.7992	0.6328
6.3940	7.3536	7.4602	8.2358	1.2064	0.3745	1.1011	1.2846	0.9652	0.9742
5.6274	6.4664	6.5648	7.2699	1.5925	1.1551	1.2167	0.9352	0.6491	0.4701
5.0774	6.0932	6.2044	7.0285	0.5103	1.6420	0.2719	0.3921	0.6918	0.8668
5.3439	6.3577	6.4687	7.2889	0.3643	1.4117	0.0343	0.4653	0.6025	0.7837
2.2121	3.3994	3.5217	4.4718	3.3373	4.6258	3.2927	3.1444	3.5291	3.6327
3.2512	4.2805	4.3942	5.2497	2.2325	3.3603	2.0967	1.8769	2.2488	2.3379
4.7787	5.7597	5.8689	6.6746	0.9120	1.8322	0.6198	0.3500	0.7401	0.8682
4.9130	5.6694	5.7626	6.4278	2.0812	2.0526	1.6895	1.2610	1.2506	1.1472
4.9534	5.5562	5.6376	6.2055	2.8499	2.6428	2.4572	2.0300	1.9953	1.8708
1.9406	3.1747	3.2984	4.2744	3.7527	5.0738	3.7284	3.5958	3.9824	4.0894
1.7427	2.8860	3.0069	3.9429	3.7238	4.9148	3.6335	3.4316	3.8023	3.8857
3.3709	4.5442	4.6656	5.5995	2.2739	3.6907	2.3065	2.2665	2.6580	2.7955
3.5016	4.3633	4.4662	5.2260	2.3656	3.1368	2.1059	1.7525	2.0462	2.0749
4.5898	5.5428	5.6502	6.4414	1.1841	1.9924	0.8804	0.5301	0.8774	0.9638
3.8926	4.5521	4.6401	5.2744	2.8325	3.1827	2.4929	2.0675	2.2298	2.1850
5.2861	6.0990	6.1959	6.8896	1.7280	1.5415	1.3326	0.9522	0.8154	0.6779
4.6549	5.1903	5.2670	5.8010	3.1663	3.0807	2.7824	2.3456	2.3643	2.2564
4.0325	4.9223	5.0262	5.7895	1.8591	2.5768	1.5689	1.1958	1.4827	1.5149
8.2196	8.1023	8.1142	8.0909	7.5789	6.8001	7.1840	6.7892	6.6473	6.4826
8.4770	8.5072	8.5331	8.6194	7.1311	6.1868	6.7437	6.3794	6.1863	6.0121
8.4805	8.3778	8.3909	8.3743	7.7051	6.8773	7.3115	6.9239	6.7683	6.6008
9.4181	9.3173	9.3295	9.2996	8.4061	7.4635	8.0174	7.6479	7.4620	7.2887
8.9104	8.8937	8.9147	8.9579	7.6533	6.6935	7.2663	6.9030	6.7083	6.5338

Columns 31 through 40

1.0514	1.0661	0.8480	1.5918	0.8509	2.1393	2.0459	4.6235	3.3099	2.0646
2.3686	2.2267	1.9534	3.2568	2.1390	3.2832	3.3167	4.7453	3.5883	3.0130
2.6819	2.6360	2.3616	3.2173	2.4542	3.7590	3.6977	5.8168	4.5661	3.6095
3.8235	3.7701	3.4918	4.3398	3.5939	4.8956	4.8404	6.7855	5.5823	4.7299
5.1888	5.0945	4.8096	5.8456	4.9518	6.2068	6.1965	7.6119	6.5438	5.9763
1.8515	1.8439	1.5936	2.3094	1.6397	2.9403	2.8508	5.2772	3.9800	2.8425
3.1189	2.9495	2.6994	4.0777	2.9043	3.9104	3.9886	4.8261	3.8255	3.5877
1.9479	1.9446	1.6965	2.3763	1.7386	3.0366	2.9431	5.3829	4.0858	2.9438
2.7352	2.7003	2.4306	3.2228	2.5116	3.8184	3.7472	5.9345	4.6757	3.6831
3.3597	3.3151	3.0403	3.8557	3.1328	4.4380	4.3746	6.4330	5.2032	4.2868
7.2279	7.0288	7.0055	8.2018	7.1836	7.0465	7.3016	4.6632	5.3149	6.6778
6.8253	6.6297	6.6208	7.7806	6.7923	6.5980	6.8559	4.1533	4.8439	6.2362
6.1983	6.0054	6.0071	7.1405	6.1734	5.9442	6.2032	3.5047	4.1830	5.5858
7.0611	6.8745	6.8950	7.9675	7.0520	6.7220	6.9856	4.0495	4.9165	6.3823
5.5011	5.3069	5.3050	6.4529	5.4728	5.2774	5.5337	3.0010	3.5467	4.9121
5.4558	5.3063	5.4126	6.1887	5.5164	4.8424	5.1071	1.8599	3.0421	4.5762
4.7134	4.5129	4.4876	5.7009	4.6658	4.6010	4.8471	2.7742	2.9887	4.2178
4.2479	4.0376	3.9116	5.3067	4.1227	4.5237	4.7196	3.7975	3.4164	4.1227
5.1323	4.9370	4.9316	6.0914	5.1009	4.9323	5.1865	2.7837	3.2281	4.5621
4.2369	4.0402	4.0320	5.2069	4.2022	4.0821	4.3308	2.3199	2.4587	3.7025
5.5910	5.4267	5.5040	6.3940	5.6274	5.0774	5.3439	2.2121	3.2512	4.7787
6.4659	6.2834	6.3161	7.3536	6.4664	6.0932	6.3577	3.3994	4.2805	5.7597
6.5670	6.3833	6.4127	7.4602	6.5648	6.2044	6.4687	3.5217	4.3942	5.8689

Lampiran 9. *Output* Program *Octave* Perhitungan Jarak *Euclidean* (lanjutan)

7.2957	7.1026	7.1024	8.2358	7.2699	7.0285	7.2889	4.4718	5.2497	6.6746
1.3560	1.4590	1.7416	1.2064	1.5925	0.5103	0.3643	3.3373	2.2325	0.9120
1.0659	1.2712	1.3652	0.3745	1.1551	1.6420	1.4117	4.6258	3.3603	1.8322
0.9834	1.0699	1.3541	1.1011	1.2167	0.2719	0.0343	3.2927	2.0967	0.6198
0.7331	0.7422	1.0206	1.2846	0.9352	0.3921	0.4653	3.1444	1.8769	0.3500
0.4152	0.5213	0.7992	0.9652	0.6491	0.6918	0.6025	3.5291	2.2488	0.7401
0.2342	0.3677	0.6328	0.9742	0.4701	0.8668	0.7837	3.6327	2.3379	0.8682
0	0.2106	0.4200	1.0602	0.2373	1.0888	1.0177	3.7516	2.4437	1.0403
0.2106	0	0.2849	1.2698	0.2238	1.1263	1.1039	3.6302	2.3160	1.0001
0.4200	0.2849	0	1.4345	0.2180	1.4080	1.3882	3.7849	2.4693	1.2544
1.0602	1.2698	1.4345	0	1.2166	1.3670	1.1167	4.3844	3.1509	1.6162
0.2373	0.2238	0.2180	1.2166	0	1.3069	1.2511	3.8507	2.5357	1.2141
1.0888	1.1263	1.4080	1.3670	1.3069	0	0.2665	3.0219	1.8272	0.4020
1.0177	1.1039	1.3882	1.1167	1.2511	0.2665	0	3.2826	2.0936	0.6299
3.7516	3.6302	3.7849	4.3844	3.8507	3.0219	3.2826	0	1.3161	2.7950
2.4437	2.3160	2.4693	3.1509	2.5357	1.8272	2.0936	1.3161	0	1.5355
1.0403	1.0001	1.2544	1.6162	1.2141	0.4020	0.6299	2.7950	1.5355	0
1.0196	0.8106	0.6977	2.0798	0.8983	1.6286	1.7193	3.3549	2.0721	1.3170
1.7032	1.5094	1.3054	2.7397	1.5232	2.3956	2.4873	3.6990	2.5186	2.0694
4.2116	4.0920	4.2477	4.8246	4.3128	3.4589	3.7167	0.4629	1.7788	3.2459
3.9776	3.8344	3.9554	4.7026	4.0480	3.3618	3.6275	0.5480	1.5547	3.0891
2.9613	2.8893	3.1032	3.4058	3.1120	2.0488	2.2894	1.1593	0.9635	1.9275
2.1064	1.9316	2.0033	3.0097	2.1274	1.8731	2.1158	1.9424	0.8004	1.4862
1.0878	0.9950	1.2106	1.8124	1.2185	0.6741	0.8937	2.6704	1.3751	0.2721
2.1203	1.9122	1.8549	3.1578	2.0432	2.3231	2.5133	2.7086	1.6750	1.9245
0.5159	0.3151	0.2183	1.5732	0.3905	1.3441	1.3656	3.5819	2.2679	1.1351
2.1082	1.9061	1.7276	3.1592	1.9451	2.6872	2.8103	3.5804	2.4992	2.3290
1.5592	1.3957	1.5020	2.4463	1.6020	1.3537	1.5819	2.3049	1.0068	0.9549
6.2607	6.1263	5.8501	7.0683	6.0272	7.1745	7.2170	7.9924	7.1160	6.8805
5.7815	5.6738	5.3900	6.4860	5.5443	6.7711	6.7776	7.9752	6.9724	6.5184
6.3760	6.2485	5.9695	7.1555	6.1409	7.3116	7.3448	8.2129	7.3116	7.0273
7.0587	6.9478	6.6645	7.7652	6.8216	8.0390	8.0513	9.1018	8.1592	7.7776
6.3029	6.1965	5.9125	6.9969	6.0656	7.2947	7.3003	8.4691	7.4826	7.0421

Columns 41 through 50

1.3597	1.6092	5.0863	4.7722	3.9472	2.7923	2.0515	2.4739	1.0421	2.0605
1.7092	1.0707	5.1755	4.6916	4.4765	2.8238	2.8429	2.0532	1.9512	1.1964
2.5035	2.1611	6.2665	5.8377	5.3565	3.8761	3.5251	3.2272	2.4786	2.4380
3.5603	3.0866	7.2226	6.7495	6.4181	4.8484	4.6286	4.1103	3.5950	3.2556
4.6969	4.0535	8.0122	7.4676	7.4577	5.7555	5.8257	4.9146	4.8643	4.0527
1.9262	1.8635	5.7372	5.3721	4.6847	3.3767	2.8012	2.8883	1.7537	2.2600
2.2819	1.5184	5.2188	4.6704	4.7716	3.0255	3.3750	2.1579	2.6465	1.3432
2.0315	1.9563	5.8428	5.4766	4.7895	3.4814	2.9050	2.9866	1.8584	2.3468
2.6077	2.2940	6.3859	5.9643	5.4531	3.9958	3.6083	3.3616	2.5577	2.5815
3.1554	2.7432	6.8771	6.4259	6.0142	4.4908	4.1974	3.7932	3.1543	2.9620
6.3183	6.0312	4.5170	4.1204	5.7554	5.2038	6.4332	5.1562	6.7974	5.6094
5.9412	5.6999	3.9993	3.6126	5.2547	4.7734	5.9970	4.7837	6.4095	5.2912
5.3350	5.1346	3.3711	2.9612	4.5969	4.1310	5.3497	4.1852	5.7938	4.7404
6.2363	6.0774	3.8188	3.5361	5.1946	4.9663	6.1600	5.1011	6.6792	5.6932
4.6315	4.4349	2.9419	2.4534	4.0371	3.4459	4.6710	3.4810	5.0922	4.0455

Lampiran 9. *Output* Program *Octave* Perhitungan Jarak *Euclidean* (lanjutan)

4.8675	4.9995	1.5080	1.4874	3.0052	3.4202	4.4126	3.9316	5.1975	4.7447
3.8016	3.5556	2.8570	2.2645	3.6457	2.7318	3.9626	2.6404	4.2793	3.1562
3.2308	2.6921	4.0381	3.4109	4.3102	2.8003	3.8509	2.2067	3.7423	2.2384
4.2564	4.0589	2.7767	2.2425	3.7713	3.0887	4.3174	3.1047	4.7193	3.6717
3.3569	3.1824	2.4568	1.8408	3.1345	2.2186	3.4507	2.2077	3.8199	2.8125
4.9130	4.9534	1.9406	1.7427	3.3709	3.5016	4.5898	3.8926	5.2861	4.6549
5.6694	5.5562	3.1747	2.8860	4.5442	4.3633	5.5428	4.5521	6.0990	5.1903
5.7626	5.6376	3.2984	3.0069	4.6656	4.4662	5.6502	4.6401	6.1959	5.2670
6.4278	6.2055	4.2744	3.9429	5.5995	5.2260	6.4414	5.2744	6.8896	5.8010
2.0812	2.8499	3.7527	3.7238	2.2739	2.3656	1.1841	2.8325	1.7280	3.1663
2.0526	2.6428	5.0738	4.9148	3.6907	3.1368	1.9924	3.1827	1.5415	3.0807
1.6895	2.4572	3.7284	3.6335	2.3065	2.1059	0.8804	2.4929	1.3326	2.7824
1.2610	2.0300	3.5958	3.4316	2.2665	1.7525	0.5301	2.0675	0.9522	2.3456
1.2506	1.9953	3.9824	3.8023	2.6580	2.0462	0.8774	2.2298	0.8154	2.3643
1.1472	1.8708	4.0894	3.8857	2.7955	2.0749	0.9638	2.1850	0.6779	2.2564
1.0196	1.7032	4.2116	3.9776	2.9613	2.1064	1.0878	2.1203	0.5159	2.1082
0.8106	1.5094	4.0920	3.8344	2.8893	1.9316	0.9950	1.9122	0.3151	1.9061
0.6977	1.3054	4.2477	3.9554	3.1032	2.0033	1.2106	1.8549	0.2183	1.7276
2.0798	2.7397	4.8246	4.7026	3.4058	3.0097	1.8124	3.1578	1.5732	3.1592
0.8983	1.5232	4.3128	4.0480	3.1120	2.1274	1.2185	2.0432	0.3905	1.9451
1.6286	2.3956	3.4589	3.3618	2.0488	1.8731	0.6741	2.3231	1.3441	2.6872
1.7193	2.4873	3.7167	3.6275	2.2894	2.1158	0.8937	2.5133	1.3656	2.8103
3.3549	3.6990	0.4629	0.5480	1.1593	1.9424	2.6704	2.7086	3.5819	3.5804
2.0721	2.5186	1.7788	1.5547	0.9635	0.8004	1.3751	1.6750	2.2679	2.4992
1.3170	2.0694	3.2459	3.0891	1.9275	1.4862	0.2721	1.9245	1.1351	2.3290
0	0.7691	3.8134	3.4497	2.8596	1.4549	1.1339	1.1626	0.5121	1.1136
0.7691	0	4.1380	3.6839	3.4081	1.7636	1.8614	1.0681	1.1946	0.4537
3.8134	4.1380	0	0.6277	1.5134	2.3904	3.1284	3.1287	4.0448	4.0001
3.4497	3.6839	0.6277	0	1.6591	1.9955	2.9263	2.6392	3.7432	3.5008
2.8596	3.4081	1.5134	1.6591	0	1.7567	1.8960	2.6323	2.9312	3.4352
1.4549	1.7636	2.3904	1.9955	1.7567	0	1.2321	0.8757	1.7859	1.7046
1.1339	1.8614	3.1284	2.9263	1.8960	1.2321	0	1.6546	1.0530	2.0924
1.1626	1.0681	3.1287	2.6392	2.6323	0.8757	1.6546	0	1.6531	0.8721
0.5121	1.1946	4.0448	3.7432	2.9312	1.7859	1.0530	1.6531	0	1.5927
1.1136	0.4537	4.0001	3.5008	3.4352	1.7046	2.0924	0.8721	1.5927	0
1.0666	1.5906	2.7666	2.4533	1.8245	0.5635	0.6885	1.0479	1.2906	1.6810
5.5635	4.8233	8.3375	7.7404	8.0737	6.3175	6.6836	5.4417	5.8513	4.6691
5.2174	4.5323	8.3566	7.7891	7.9070	6.1748	6.3513	5.3131	5.4274	4.4739
5.7110	4.9813	8.5646	7.9716	8.2661	6.5118	6.8372	5.6366	5.9803	4.8476
6.4696	5.7660	9.4633	8.8770	9.1059	7.3589	7.6029	6.4875	6.6967	5.6726
5.7405	5.0524	8.8446	8.2710	8.4205	6.6840	6.8745	5.8191	5.9509	4.9859

Columns 51 through 56

2.3260	5.4800	4.8990	5.5641	6.1792	5.4126
2.6547	3.9008	3.5085	4.0297	4.7646	4.0318
3.5668	4.0131	3.3077	4.0519	4.5768	3.8057
4.6030	3.1832	2.3290	3.1617	3.5528	2.7884
5.6440	1.6584	0.7056	1.5782	1.9385	1.1683
2.9753	4.8635	4.2034	4.9209	5.4773	4.7066
3.0212	3.3289	3.1570	3.5045	4.3346	3.6613

Lampiran 9. *Output* Program *Octave* Perhitungan Jarak *Euclidean* (lanjutan)

3.0811	4.8333	4.1559	4.8849	5.4270	4.6559
3.6734	4.0782	3.3431	4.1071	4.6047	3.8338
4.2115	3.5785	2.7744	3.5795	4.0167	3.2486
5.7633	7.6161	8.1826	7.9009	8.8190	8.5038
5.3358	7.6137	8.1219	7.8959	8.8252	8.4682
4.6943	7.4011	7.8364	7.6787	8.6165	8.2108
5.5281	8.3024	8.7748	8.5828	9.5164	9.1365
4.0081	6.9338	7.3049	7.2057	8.1466	7.7011
3.9150	8.5590	8.7567	8.8128	9.7448	9.2065
3.2805	6.1932	6.4978	6.4575	7.3972	6.9134
3.1992	4.5625	4.8645	4.8238	5.7623	5.2753
3.6494	6.6854	7.0195	6.9534	7.8942	7.4272
2.7734	6.2447	6.4657	6.4990	7.4322	6.9052
4.0325	8.2196	8.4770	8.4805	9.4181	8.9104
4.9223	8.1023	8.5072	8.3778	9.3173	8.8937
5.0262	8.1142	8.5331	8.3909	9.3295	8.9147
5.7895	8.0909	8.6194	8.3743	9.2996	8.9579
1.8591	7.5789	7.1311	7.7051	8.4061	7.6533
2.5768	6.8001	6.1868	6.8773	7.4635	6.6935
1.5689	7.1840	6.7437	7.3115	8.0174	7.2663
1.1958	6.7892	6.3794	6.9239	7.6479	6.9030
1.4827	6.6473	6.1863	6.7683	7.4620	6.7083
1.5149	6.4826	6.0121	6.6008	7.2887	6.5338
1.5592	6.2607	5.7815	6.3760	7.0587	6.3029
1.3957	6.1263	5.6738	6.2485	6.9478	6.1965
1.5020	5.8501	5.3900	5.9695	6.6645	5.9125
2.4463	7.0683	6.4860	7.1555	7.7652	6.9969
1.6020	6.0272	5.5443	6.1409	6.8216	6.0656
1.3537	7.1745	6.7711	7.3116	8.0390	7.2947
1.5819	7.2170	6.7776	7.3448	8.0513	7.3003
2.3049	7.9924	7.9752	8.2129	9.1018	8.4691
1.0068	7.1160	6.9724	7.3116	8.1592	7.4826
0.9549	6.8805	6.5184	7.0273	7.7776	7.0421
1.0666	5.5635	5.2174	5.7110	6.4696	5.7405
1.5906	4.8233	4.5323	4.9813	5.7660	5.0524
2.7666	8.3375	8.3566	8.5646	9.4633	8.8446
2.4533	7.7404	7.7891	7.9716	8.8770	8.2710
1.8245	8.0737	7.9070	8.2661	9.1059	8.4205
0.5635	6.3175	6.1748	6.5118	7.3589	6.6840
0.6885	6.6836	6.3513	6.8372	7.6029	6.8745
1.0479	5.4417	5.3131	5.6366	6.4875	5.8191
1.2906	5.8513	5.4274	5.9803	6.6967	5.9509
1.6810	4.6691	4.4739	4.8476	5.6726	4.9859
0	6.3494	6.1149	6.5246	7.3356	6.6329
6.3494	0	1.0346	0.2860	1.2154	1.0109
6.1149	1.0346	0	0.8990	1.2805	0.5238
6.5246	0.2860	0.8990	0	0.9410	0.7608
7.3356	1.2154	1.2805	0.9410	0	0.7712
6.6329	1.0109	0.5238	0.7608	0.7712	0

Lampiran 10. *Output* Program *Octave Bandwidth* Optimum & Pembobot Spasial

****

Bandwidth Optimum Semua Lokasi

****

bw_op =

13.0138	7.5065	8.2408
∞	9.5123	7.8554
8.2152	9.4105	∞
8.7341	9.4228	∞
8.8198	10.2678	∞
∞	8.4902	8.8779
6.3297	8.4334	∞
8.1479	8.0975	7.3590
8.2872	7.6487	∞
∞	∞	∞
8.8199	∞	13.8126
8.9134	7.2964	∞
8.7027	7.1737	7.4090
∞	7.1734	∞
8.1466	∞	∞
9.8423	7.3426	8.9009
9.1515	8.1194	9.7458
5.8200	8.1318	13.9260
7.9732	9.1928	

****

Pembobot Spasial

****

pembobot_1_10 =

1.0000	1.0000	0.9186	0.8026	0.5864	1.0000	0.6857	0.9758	0.9167	1.0000
0.9643	1.0000	0.9490	0.8919	0.7824	1.0000	0.9601	0.9300	0.9378	1.0000
0.9671	1.0000	1.0000	0.9660	0.8285	1.0000	0.8064	0.9783	0.9993	1.0000
0.9084	1.0000	0.9616	1.0000	0.9331	1.0000	0.7370	0.8872	0.9639	1.0000
0.7964	1.0000	0.8038	0.9318	1.0000	1.0000	0.6476	0.6662	0.8036	1.0000
0.9924	1.0000	0.9757	0.8943	0.7027	1.0000	0.7384	0.9997	0.9756	1.0000
0.9203	1.0000	0.8826	0.8569	0.8089	1.0000	1.0000	0.8322	0.8671	1.0000
0.9905	1.0000	0.9787	0.9014	0.7109	1.0000	0.7303	1.0000	0.9792	1.0000
0.9658	1.0000	0.9993	0.9675	0.8255	1.0000	0.7779	0.9785	1.0000	1.0000
0.9362	1.0000	0.9864	0.9938	0.8917	1.0000	0.7604	0.9351	0.9883	1.0000
0.4339	1.0000	0.0064	0.0085	0.0174	1.0000	0.0131	0.0023	0.0036	1.0000
0.4758	1.0000	0.0198	0.0185	0.0237	1.0000	0.0316	0.0147	0.0147	1.0000
0.5451	1.0000	0.0632	0.0522	0.0497	1.0000	0.0908	0.0595	0.0541	1.0000
0.4373	1.0000	0.0011	0.0004	0.0004	1.0000	0.0004	0.0008	0.0002	1.0000
0.6252	1.0000	0.1504	0.1248	0.1110	1.0000	0.2122	0.1486	0.1368	1.0000
0.5962	1.0000	0.0580	0.0267	0.0044	1.0000	0.0296	0.0833	0.0509	1.0000
0.7165	1.0000	0.2995	0.2576	0.2306	1.0000	0.4191	0.2960	0.2813	1.0000
0.7940	1.0000	0.5303	0.5054	0.5031	1.0000	0.7478	0.4909	0.5087	1.0000
0.6665	1.0000	0.2077	0.1732	0.1513	1.0000	0.2890	0.2076	0.1920	1.0000
0.7580	1.0000	0.3536	0.2941	0.2446	1.0000	0.4637	0.3627	0.3350	1.0000
0.5895	1.0000	0.0650	0.0363	0.0139	1.0000	0.0514	0.0832	0.0569	1.0000

Lampiran 10. *Output* Program *Octave Bandwidth* Optimum &Pembobot Spasial (lanjutan)

```
   0.5030   1.0000   0.0207   0.0126   0.0080   1.0000   0.0204   0.0225   0.0157   1.0000
   0.4923   1.0000   0.0163   0.0099   0.0066   1.0000   0.0161   0.0173   0.0119   1.0000
   0.4172   1.0000   0.0004   0.0005   0.0020   1.0000   0.0005   0.0000   0.0000   1.0000
   0.9355   1.0000   0.5780   0.4226   0.2020   1.0000   0.2779   0.7074   0.5766   1.0000
   0.9793   1.0000   0.7667   0.6233   0.3673   1.0000   0.3855   0.8775   0.7710   1.0000
   0.9528   1.0000   0.6418   0.4861   0.2620   1.0000   0.3710   0.7612   0.6388   1.0000
   0.9629   1.0000   0.6904   0.5375   0.3196   1.0000   0.4727   0.7963   0.6848   1.0000
   0.9752   1.0000   0.7361   0.5845   0.3564   1.0000   0.4912   0.8402   0.7322   1.0000
   0.9809   1.0000   0.7641   0.6150   0.3870   1.0000   0.5262   0.8629   0.7602   1.0000
   0.9870   1.0000   0.7982   0.6534   0.4276   1.0000   0.5734   0.8890   0.7940   1.0000
   0.9866   1.0000   0.8047   0.6621   0.4440   1.0000   0.6129   0.8893   0.7989   1.0000
   0.9915   1.0000   0.8416   0.7059   0.4937   1.0000   0.6693   0.9152   0.8354   1.0000
   0.9703   1.0000   0.7168   0.5672   0.3144   1.0000   0.3422   0.8371   0.7204   1.0000
   0.9915   1.0000   0.8295   0.6900   0.4689   1.0000   0.6233   0.9110   0.8247   1.0000
   0.9467   1.0000   0.6251   0.4703   0.2548   1.0000   0.3823   0.7415   0.6205   1.0000
   0.9512   1.0000   0.6359   0.4801   0.2565   1.0000   0.3635   0.7561   0.6329   1.0000
   0.7635   1.0000   0.2487   0.1572   0.0651   1.0000   0.1753   0.3176   0.2374   1.0000
   0.8748   1.0000   0.4776   0.3499   0.2021   1.0000   0.4029   0.5603   0.4647   1.0000
   0.9503   1.0000   0.6512   0.4995   0.2925   1.0000   0.4607   0.7560   0.6440   1.0000
   0.9783   1.0000   0.8229   0.6953   0.5132   1.0000   0.7570   0.8795   0.8118   1.0000
   0.9697   1.0000   0.8664   0.7658   0.6222   1.0000   0.8882   0.8880   0.8526   1.0000
   0.7178   1.0000   0.1748   0.1000   0.0305   1.0000   0.1025   0.2360   0.1650   1.0000
   0.7491   1.0000   0.2451   0.1623   0.0802   1.0000   0.2076   0.3005   0.2324   1.0000
   0.8245   1.0000   0.3305   0.2116   0.0812   1.0000   0.1864   0.4283   0.3215   1.0000
   0.9100   1.0000   0.6043   0.4786   0.3297   1.0000   0.5953   0.6682   0.5891   1.0000
   0.9509   1.0000   0.6657   0.5172   0.3178   1.0000   0.5122   0.7619   0.6568   1.0000
   0.9290   1.0000   0.7152   0.6061   0.4754   1.0000   0.7811   0.7493   0.6980   1.0000
   0.9872   1.0000   0.8262   0.6899   0.4842   1.0000   0.6809   0.8987   0.8186   1.0000
   0.9505   1.0000   0.8316   0.7414   0.6223   1.0000   0.9120   0.8410   0.8153   1.0000
   0.9371   1.0000   0.6585   0.5217   0.3487   1.0000   0.5963   0.7345   0.6456   1.0000
   0.6768   1.0000   0.5797   0.7520   0.9305   1.0000   0.5233   0.4201   0.5743   1.0000
   0.7367   1.0000   0.7021   0.8628   0.9872   1.0000   0.5644   0.5474   0.7010   1.0000
   0.6678   1.0000   0.5726   0.7551   0.9370   1.0000   0.4809   0.4103   0.5691   1.0000
   0.5999   1.0000   0.4756   0.6964   0.9057   1.0000   0.2820   0.3095   0.4778   1.0000
   0.6840   1.0000   0.6169   0.8065   0.9652   1.0000   0.4428   0.4536   0.6178   1.0000

pembobot_11_20 =

   0.0660   0.1148   0.1720   1.0000   0.2171   0.3619   0.4754   0.2073   0.2609   0.3734
   0.1991   0.2512   0.3108   1.0000   0.3676   0.4046   0.6214   0.5429   0.4168   0.5272
   0.0408   0.0729   0.1109   1.0000   0.1425   0.2219   0.4034   0.2103   0.1782   0.2647
   0.0121   0.0291   0.0497   1.0000   0.0659   0.1164   0.3041   0.1217   0.0896   0.1447
   0.0174   0.0295   0.0408   1.0000   0.0477   0.0626   0.2675   0.1105   0.0637   0.0913
   0.0419   0.0797   0.1253   1.0000   0.1621   0.2777   0.4227   0.1864   0.2012   0.3005
   0.2958   0.3427   0.3974   1.0000   0.4548   0.4323   0.6911   0.7056   0.5021   0.5978
   0.0352   0.0706   0.1138   1.0000   0.1485   0.2627   0.4078   0.1708   0.1862   0.2824
   0.0290   0.0578   0.0925   1.0000   0.1210   0.2033   0.3781   0.1752   0.1545   0.2368
   0.0174   0.0388   0.0650   1.0000   0.0860   0.1497   0.3335   0.1427   0.1139   0.1804
   1.0000   0.9932   0.9648   1.0000   0.9077   0.7914   0.8543   0.3736   0.8641   0.7069
```

Lampiran 10. *Output* Program *Octave Bandwidth* Optimum &Pembobot Spasial (lanjutan)

```
   0.9931   1.0000   0.9884   1.0000   0.9476   0.8494   0.8928   0.4265   0.9119   0.7760
   0.9657   0.9890   1.0000   1.0000   0.9851   0.9009   0.9409   0.5316   0.9636   0.8659
   0.9705   0.9861   0.9750   1.0000   0.9197   0.8829   0.8510   0.2789   0.8756   0.7240
   0.9209   0.9561   0.9870   1.0000   1.0000   0.9142   0.9807   0.6773   0.9955   0.9432
   0.7439   0.8180   0.8742   1.0000   0.8760   1.0000   0.8620   0.2754   0.8670   0.8189
   0.8436   0.8871   0.9347   1.0000   0.9757   0.8801   1.0000   0.8477   0.9907   0.9900
   0.6901   0.7261   0.7724   1.0000   0.8274   0.6953   0.9369   1.0000   0.8592   0.8992
   0.8882   0.9291   0.9694   1.0000   0.9957   0.9116   0.9929   0.7446   1.0000   0.9715
   0.7826   0.8382   0.8993   1.0000   0.9516   0.8925   0.9933   0.8353   0.9747   1.0000
   0.8228   0.8849   0.9312   1.0000   0.9317   0.9928   0.9034   0.3662   0.9202   0.8611
   0.9438   0.9750   0.9859   1.0000   0.9558   0.9334   0.8973   0.3648   0.9252   0.8094
   0.9514   0.9795   0.9864   1.0000   0.9523   0.9245   0.8917   0.3554   0.9195   0.7973
   0.9915   0.9932   0.9685   1.0000   0.9050   0.8311   0.8393   0.2914   0.8572   0.6932
   0.0758   0.1399   0.2117   1.0000   0.2540   0.5218   0.4780   0.0634   0.2933   0.3979
   0.0135   0.0474   0.0933   1.0000   0.1239   0.3328   0.3617   0.0317   0.1577   0.2519
   0.0998   0.1675   0.2427   1.0000   0.2911   0.5329   0.5192   0.1211   0.3340   0.4469
   0.1429   0.2156   0.2958   1.0000   0.3518   0.5628   0.5788   0.2123   0.3986   0.5191
   0.1068   0.1725   0.2464   1.0000   0.2984   0.5058   0.5357   0.1803   0.3441   0.4632
   0.1061   0.1705   0.2433   1.0000   0.2957   0.4932   0.5362   0.1950   0.3420   0.4622
   0.1079   0.1711   0.2428   1.0000   0.2959   0.4799   0.5398   0.2183   0.3430   0.4643
   0.1332   0.1996   0.2744   1.0000   0.3314   0.5031   0.5728   0.2691   0.3802   0.5045
   0.1362   0.2009   0.2741   1.0000   0.3317   0.4866   0.5769   0.3006   0.3812   0.5062
   0.0183   0.0567   0.1068   1.0000   0.1388   0.3656   0.3745   0.0284   0.1733   0.2692
   0.1133   0.1758   0.2468   1.0000   0.3011   0.4704   0.5477   0.2482   0.3489   0.4714
   0.1308   0.2044   0.2846   1.0000   0.3368   0.5745   0.5584   0.1567   0.3811   0.4960
   0.0990   0.1668   0.2420   1.0000   0.2901   0.5340   0.5176   0.1172   0.3328   0.4451
   0.5191   0.6129   0.7019   1.0000   0.7470   0.9299   0.8247   0.3298   0.7711   0.8181
   0.4056   0.4966   0.5913   1.0000   0.6568   0.8181   0.7981   0.4296   0.6990   0.7969
   0.1821   0.2606   0.3458   1.0000   0.4051   0.6144   0.6203   0.2482   0.4524   0.5726
   0.2370   0.3088   0.3896   1.0000   0.4580   0.5707   0.6847   0.4786   0.5113   0.6400
   0.2834   0.3494   0.4250   1.0000   0.4951   0.5505   0.7209   0.6179   0.5489   0.6728
   0.5442   0.6379   0.7224   1.0000   0.7562   0.9536   0.8146   0.2689   0.7721   0.7972
   0.6111   0.6984   0.7818   1.0000   0.8268   0.9548   0.8813   0.4310   0.8480   0.8833
   0.3297   0.4257   0.5198   1.0000   0.5692   0.8222   0.7078   0.2039   0.6026   0.6817
   0.4250   0.5087   0.6001   1.0000   0.6742   0.7731   0.8297   0.5906   0.7224   0.8329
   0.2190   0.2996   0.3870   1.0000   0.4506   0.6384   0.6602   0.3161   0.4995   0.6220
   0.4333   0.5069   0.5909   1.0000   0.6682   0.7063   0.8404   0.7331   0.7197   0.8345
   0.1649   0.2332   0.3100   1.0000   0.3712   0.5200   0.6105   0.3440   0.4221   0.5491
   0.3546   0.4194   0.4946   1.0000   0.5676   0.5892   0.7763   0.7260   0.6208   0.7389
   0.3283   0.4117   0.5027   1.0000   0.5745   0.7086   0.7595   0.4870   0.6249   0.7456
   0.0647   0.0731   0.0766   1.0000   0.0759   0.0594   0.2938   0.1486   0.0882   0.0948
   0.0194   0.0288   0.0358   1.0000   0.0384   0.0434   0.2459   0.0908   0.0506   0.0666
   0.0390   0.0463   0.0491   1.0000   0.0474   0.0393   0.2521   0.0980   0.0573   0.0627
   0.0000   0.0004   0.0004   1.0000   0.0000   0.0004   0.1202   0.0004   0.0004   0.0004
   0.0050   0.0095   0.0121   1.0000   0.0113   0.0156   0.1843   0.0318   0.0175   0.0236

pembobot_21_30 =
   0.3196   0.1970   0.1857   0.1859   0.8518   0.9512   0.8803   0.8945   1.0000   1.0000
   0.3899   0.3058   0.2964   0.3132   0.6598   0.7560   0.6982   0.7341   1.0000   1.0000
```

Lampiran 10. *Output* Program *Octave Bandwidth* Optimum &Pembobot Spasial (lanjutan)

0.1974	0.1208	0.1136	0.1387	0.6015	0.7778	0.6325	0.6479	1.0000	1.0000
0.1009	0.0553	0.0512	0.0853	0.3965	0.5994	0.4195	0.4252	1.0000	1.0000
0.0583	0.0400	0.0381	0.0871	0.1648	0.3238	0.1771	0.1781	1.0000	1.0000
0.2430	0.1433	0.1342	0.1473	0.7422	0.8917	0.7726	0.7862	1.0000	1.0000
0.4324	0.3748	0.3672	0.3946	0.5434	0.6185	0.5794	0.6178	1.0000	1.0000
0.2284	0.1316	0.1229	0.1371	0.7287	0.8854	0.7584	0.7706	1.0000	1.0000
0.1781	0.1035	0.0967	0.1215	0.5940	0.7784	0.6237	0.6361	1.0000	1.0000
0.1301	0.0727	0.0675	0.0982	0.4817	0.6815	0.5079	0.5164	1.0000	1.0000
0.8467	0.9505	0.9574	0.9937	0.0475	0.0011	0.0355	0.0299	1.0000	1.0000
0.8985	0.9775	0.9816	0.9948	0.0962	0.0159	0.0808	0.0743	1.0000	1.0000
0.9423	0.9879	0.9884	0.9773	0.1872	0.0678	0.1714	0.1677	1.0000	1.0000
0.9229	0.9905	0.9937	0.9942	0.0847	0.0059	0.0656	0.0552	1.0000	1.0000
0.9497	0.9668	0.9642	0.9397	0.2952	0.1563	0.2851	0.2899	1.0000	1.0000
0.9923	0.9273	0.9177	0.8442	0.3930	0.1795	0.3613	0.3439	1.0000	1.0000
0.9104	0.9027	0.8977	0.8712	0.4115	0.2815	0.4136	0.4323	1.0000	1.0000
0.7262	0.7200	0.7156	0.7261	0.4205	0.3703	0.4398	0.4731	1.0000	1.0000
0.9436	0.9460	0.9420	0.9125	0.3548	0.2126	0.3491	0.3593	1.0000	1.0000
0.9123	0.8764	0.8687	0.8291	0.5061	0.3665	0.5114	0.5340	1.0000	1.0000
1.0000	0.9648	0.9578	0.8964	0.3441	0.1531	0.3180	0.3063	1.0000	1.0000
0.9656	1.0000	0.9997	0.9765	0.1694	0.0438	0.1472	0.1366	1.0000	1.0000
0.9585	0.9997	1.0000	0.9813	0.1527	0.0351	0.1311	0.1205	1.0000	1.0000
0.8798	0.9721	0.9779	1.0000	0.0508	0.0004	0.0363	0.0288	1.0000	1.0000
0.4498	0.2714	0.2555	0.2213	1.0000	0.9335	0.9952	0.9770	1.0000	1.0000
0.2720	0.1332	0.1218	0.1147	0.9343	1.0000	0.9419	0.9260	1.0000	1.0000
0.4678	0.2956	0.2797	0.2466	0.9956	0.9464	1.0000	0.9934	1.0000	1.0000
0.5059	0.3406	0.3247	0.2907	0.9813	0.9390	0.9941	1.0000	1.0000	1.0000
0.4488	0.2891	0.2741	0.2484	0.9754	0.9653	0.9902	0.9947	1.0000	1.0000
0.4385	0.2831	0.2685	0.2457	0.9653	0.9685	0.9829	0.9902	1.0000	1.0000
0.4284	0.2787	0.2645	0.2452	0.9496	0.9683	0.9707	0.9817	1.0000	1.0000
0.4550	0.3071	0.2928	0.2720	0.9418	0.9551	0.9654	0.9813	1.0000	1.0000
0.4425	0.3020	0.2882	0.2720	0.9176	0.9483	0.9449	0.9647	1.0000	1.0000
0.3005	0.1516	0.1393	0.1272	0.9600	0.9961	0.9634	0.9444	1.0000	1.0000
0.4225	0.2786	0.2648	0.2487	0.9309	0.9628	0.9554	0.9703	1.0000	1.0000
0.5113	0.3373	0.3209	0.2824	0.9928	0.9256	0.9977	0.9948	1.0000	1.0000
0.4684	0.2955	0.2796	0.2461	0.9963	0.9447	1.0000	0.9926	1.0000	1.0000
0.8948	0.7560	0.7401	0.6566	0.7149	0.4888	0.6966	0.6906	1.0000	1.0000
0.7800	0.6290	0.6124	0.5455	0.8665	0.7077	0.8704	0.8832	1.0000	1.0000
0.5589	0.3911	0.3746	0.3334	0.9771	0.9078	0.9883	0.9958	1.0000	1.0000
0.5376	0.4058	0.3919	0.3698	0.8834	0.8850	0.9148	0.9464	1.0000	1.0000
0.5312	0.4243	0.4122	0.4029	0.7874	0.8132	0.8243	0.8641	1.0000	1.0000
0.9185	0.7853	0.7700	0.6834	0.6474	0.4071	0.6209	0.6068	1.0000	1.0000
0.9340	0.8207	0.8067	0.7268	0.6523	0.4361	0.6378	0.6379	1.0000	1.0000
0.7646	0.5880	0.5698	0.4936	0.8617	0.6536	0.8443	0.8321	1.0000	1.0000
0.7474	0.6163	0.6012	0.5490	0.8508	0.7424	0.8693	0.8978	1.0000	1.0000
0.5886	0.4265	0.4102	0.3678	0.9615	0.8915	0.9765	0.9904	1.0000	1.0000
0.6931	0.5868	0.5738	0.5419	0.7898	0.7354	0.8194	0.8592	1.0000	1.0000
0.4777	0.3363	0.3222	0.3022	0.9189	0.9343	0.9466	0.9692	1.0000	1.0000
0.5784	0.4841	0.4727	0.4635	0.7412	0.7509	0.7778	0.8208	1.0000	1.0000
0.6729	0.5277	0.5119	0.4652	0.9064	0.8220	0.9263	0.9517	1.0000	1.0000

Lampiran 10. *Output* Program *Octave Bandwidth* Optimum &Pembobot Spasial (lanjutan)

```
   0.0642   0.0669   0.0668   0.1437   0.0413   0.1224   0.0453   0.0450   1.0000   1.0000
   0.0424   0.0334   0.0324   0.0872   0.0867   0.2133   0.0939   0.0926   1.0000   1.0000
   0.0421   0.0430   0.0429   0.1121   0.0311   0.1122   0.0341   0.0326   1.0000   1.0000
   0.0004   0.0004   0.0004   0.0323   0.0004   0.0470   0.0004   0.0000   1.0000   1.0000
   0.0150   0.0114   0.0110   0.0571   0.0351   0.1369   0.0379   0.0344   1.0000   1.0000

pembobot_31_40 =
   0.9589   0.9563   0.9722   1.0000   0.9733   0.8660   0.8774   0.5581   0.7034   0.8666
   0.8003   0.8166   0.8572   1.0000   0.8375   0.6997   0.6950   0.5381   0.6567   0.7274
   0.7480   0.7482   0.7950   1.0000   0.7890   0.6173   0.6292   0.3595   0.4802   0.6223
   0.5262   0.5239   0.5822   1.0000   0.5782   0.4051   0.4169   0.2072   0.2928   0.4063
   0.2443   0.2457   0.3030   1.0000   0.2972   0.1728   0.1759   0.0988   0.1365   0.1774
   0.8754   0.8722   0.9037   1.0000   0.9028   0.7549   0.7693   0.4495   0.5879   0.7553
   0.6679   0.6905   0.7368   1.0000   0.7116   0.5899   0.5767   0.5247   0.6155   0.6263
   0.8625   0.8584   0.8913   1.0000   0.8910   0.7398   0.7552   0.4318   0.5688   0.7389
   0.7387   0.7367   0.7836   1.0000   0.7797   0.6066   0.6204   0.3402   0.4598   0.6087
   0.6209   0.6185   0.6730   1.0000   0.6691   0.4917   0.5050   0.2604   0.3616   0.4931
   0.0003   0.0016   0.0021   1.0000   0.0018   0.0609   0.0375   0.5516   0.3411   0.0769
   0.0156   0.0213   0.0219   1.0000   0.0208   0.1154   0.0836   0.6334   0.4284   0.1367
   0.0775   0.0895   0.0892   1.0000   0.0859   0.2153   0.1748   0.7304   0.5511   0.2444
   0.0040   0.0067   0.0058   1.0000   0.0060   0.0990   0.0687   0.6496   0.4148   0.1155
   0.1862   0.2050   0.2053   1.0000   0.1975   0.3335   0.2883   0.7982   0.6638   0.3709
   0.1944   0.2051   0.1855   1.0000   0.1897   0.4151   0.3667   0.9198   0.7460   0.4364
   0.3395   0.3651   0.3705   1.0000   0.3555   0.4609   0.4156   0.8262   0.7542   0.5065
   0.4370   0.4668   0.4937   1.0000   0.4689   0.4755   0.4398   0.6878   0.6858   0.5250
   0.2552   0.2771   0.2781   1.0000   0.2677   0.3981   0.3519   0.8250   0.7166   0.4392
   0.4393   0.4662   0.4680   1.0000   0.4522   0.5584   0.5132   0.8767   0.8299   0.6050
   0.1704   0.1830   0.1692   1.0000   0.1703   0.3708   0.3228   0.8875   0.7129   0.3968
   0.0461   0.0542   0.0505   1.0000   0.0504   0.1908   0.1511   0.7452   0.5332   0.2138
   0.0361   0.0434   0.0403   1.0000   0.0403   0.1731   0.1348   0.7280   0.5122   0.1952
   0.0000   0.0004   0.0004   1.0000   0.0004   0.0628   0.0386   0.5827   0.3531   0.0773
   0.9321   0.9190   0.8856   1.0000   0.9081   0.9921   0.9960   0.7538   0.8586   0.9732
   0.9578   0.9382   0.9289   1.0000   0.9511   0.9199   0.9406   0.5577   0.6951   0.8942
   0.9640   0.9560   0.9300   1.0000   0.9458   0.9978   1.0000   0.7599   0.8747   0.9876
   0.9799   0.9787   0.9599   1.0000   0.9678   0.9953   0.9935   0.7797   0.8989   0.9960
   0.9935   0.9895   0.9753   1.0000   0.9844   0.9855   0.9891   0.7270   0.8566   0.9823
   0.9979   0.9948   0.9845   1.0000   0.9918   0.9773   0.9815   0.7121   0.8455   0.9757
   1.0000   0.9983   0.9932   1.0000   0.9979   0.9644   0.9689   0.6946   0.8319   0.9652
   0.9983   1.0000   0.9968   1.0000   0.9981   0.9619   0.9635   0.7124   0.8483   0.9678
   0.9934   0.9968   1.0000   1.0000   0.9982   0.9408   0.9426   0.6897   0.8285   0.9496
   0.9582   0.9383   0.9216   1.0000   0.9459   0.9441   0.9626   0.5968   0.7290   0.9171
   0.9979   0.9981   0.9982   1.0000   1.0000   0.9489   0.9532   0.6799   0.8196   0.9528
   0.9560   0.9513   0.9244   1.0000   0.9376   1.0000   0.9979   0.7956   0.9041   0.9948
   0.9615   0.9532   0.9265   1.0000   0.9428   0.9978   1.0000   0.7612   0.8751   0.9872
   0.5411   0.5534   0.5207   1.0000   0.5256   0.7422   0.7007   1.0000   0.9496   0.7628
   0.7882   0.8024   0.7771   1.0000   0.7757   0.9013   0.8718   0.9594   1.0000   0.9250
   0.9598   0.9615   0.9398   1.0000   0.9461   0.9951   0.9880   0.8237   0.9318   1.0000
   0.9613   0.9746   0.9812   1.0000   0.9703   0.9212   0.9126   0.7514   0.8776   0.9446
   0.8940   0.9134   0.9349   1.0000   0.9158   0.8335   0.8216   0.7024   0.8219   0.8660
```

Lampiran 10. *Output* Program *Octave Bandwidth* Optimum &Pembobot Spasial (lanjutan)

```
   0.4447   0.4551   0.4217   1.0000   0.4290   0.6700   0.6258   0.9949   0.9090   0.6877
   0.4939   0.5102   0.4844   1.0000   0.4845   0.6865   0.6416   0.9929   0.9301   0.7146
   0.6977   0.7019   0.6607   1.0000   0.6730   0.8767   0.8478   0.9684   0.9728   0.8832
   0.8403   0.8602   0.8501   1.0000   0.8392   0.8964   0.8692   0.9127   0.9812   0.9297
   0.9560   0.9619   0.9438   1.0000   0.9457   0.9863   0.9760   0.8384   0.9451   0.9976
   0.8382   0.8629   0.8707   1.0000   0.8511   0.8430   0.8181   0.8339   0.9191   0.8836
   0.9900   0.9961   0.9981   1.0000   0.9944   0.9459   0.9444   0.7194   0.8543   0.9587
   0.8400   0.8638   0.8874   1.0000   0.8646   0.7929   0.7754   0.7196   0.8245   0.8319
   0.9108   0.9257   0.9142   1.0000   0.9071   0.9452   0.9257   0.8782   0.9704   0.9707
   0.0696   0.0733   0.1122   1.0000   0.1064   0.0481   0.0451   0.0596   0.0647   0.0542
   0.1385   0.1402   0.1896   1.0000   0.1848   0.0928   0.0932   0.0612   0.0807   0.0970
   0.0559   0.0582   0.0946   1.0000   0.0903   0.0358   0.0339   0.0407   0.0453   0.0399
   0.0041   0.0038   0.0187   1.0000   0.0187   0.0004   0.0004   0.0004   0.0004   0.0004
   0.0644   0.0645   0.1028   1.0000   0.1009   0.0372   0.0377   0.0229   0.0308   0.0385

pembobot_41_50 =
   1.0000   1.0000   1.0000   0.5056   1.0000   0.7328   1.0000   1.0000   0.9886   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.5194   1.0000   0.7272   1.0000   1.0000   0.9605   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.3222   1.0000   0.5221   1.0000   1.0000   0.9366   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.1781   1.0000   0.3203   1.0000   1.0000   0.8691   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.0855   1.0000   0.1508   1.0000   1.0000   0.7673   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.4018   1.0000   0.6232   1.0000   1.0000   0.9680   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.5231   1.0000   0.6905   1.0000   1.0000   0.9279   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.3837   1.0000   0.6025   1.0000   1.0000   0.9641   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.3010   1.0000   0.4973   1.0000   1.0000   0.9326   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.2267   1.0000   0.3939   1.0000   1.0000   0.8984   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.6156   1.0000   0.2500   1.0000   1.0000   0.5743   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.6962   1.0000   0.3355   1.0000   1.0000   0.6157   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.7899   1.0000   0.4691   1.0000   1.0000   0.6791   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.7079   1.0000   0.2965   1.0000   1.0000   0.5870   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.8531   1.0000   0.6095   1.0000   1.0000   0.7466   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.9446   1.0000   0.6146   1.0000   1.0000   0.7369   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.8741   1.0000   0.7434   1.0000   1.0000   0.8172   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.7266   1.0000   0.7314   1.0000   1.0000   0.8586   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.8765   1.0000   0.6787   1.0000   1.0000   0.7802   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.9159   1.0000   0.8265   1.0000   1.0000   0.8529   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.9244   1.0000   0.5984   1.0000   1.0000   0.7285   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.7998   1.0000   0.4205   1.0000   1.0000   0.6481   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.7837   1.0000   0.3990   1.0000   1.0000   0.6381   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.6444   1.0000   0.2457   1.0000   1.0000   0.5643   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.6791   1.0000   0.8040   1.0000   1.0000   0.9689   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.4810   1.0000   0.6696   1.0000   1.0000   0.9752   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.6930   1.0000   0.8429   1.0000   1.0000   0.9815   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.7235   1.0000   0.8898   1.0000   1.0000   0.9905   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.6668   1.0000   0.8513   1.0000   1.0000   0.9930   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.6536   1.0000   0.8473   1.0000   1.0000   0.9952   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.6388   1.0000   0.8429   1.0000   1.0000   0.9972   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.6617   1.0000   0.8670   1.0000   1.0000   0.9990   1.0000
   1.0000   1.0000   1.0000   0.6424   1.0000   0.8573   1.0000   1.0000   0.9995   1.0000
```

Lampiran 10. *Output* Program *Octave Bandwidth* Optimum &Pembobot Spasial (lanjutan)

1.0000	1.0000	1.0000	0.5176	1.0000	0.6934	1.0000	1.0000	0.9742	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.6274	1.0000	0.8398	1.0000	1.0000	0.9984	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.7338	1.0000	0.8746	1.0000	1.0000	0.9812	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.6940	1.0000	0.8415	1.0000	1.0000	0.9805	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.9924	1.0000	0.8655	1.0000	1.0000	0.8700	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.9396	1.0000	0.9765	1.0000	1.0000	0.9468	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.7725	1.0000	0.9201	1.0000	1.0000	0.9865	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.7208	1.0000	0.9234	1.0000	1.0000	0.9973	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.6853	1.0000	0.8884	1.0000	1.0000	0.9851	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.9900	1.0000	0.8001	1.0000	1.0000	0.8359	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.8583	1.0000	1.0000	0.8585	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.9314	1.0000	0.8893	1.0000	1.0000	0.9120	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.9015	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9668	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.7945	1.0000	0.9447	1.0000	1.0000	0.9884	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.8311	1.0000	0.9719	1.0000	1.0000	0.9716	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.6760	1.0000	0.8857	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.7132	1.0000	0.8956	1.0000	1.0000	0.9736	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.8531	1.0000	0.9883	1.0000	1.0000	0.9826	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.0575	1.0000	0.0692	1.0000	1.0000	0.6733	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.0530	1.0000	0.0876	1.0000	1.0000	0.7150	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.0375	1.0000	0.0471	1.0000	1.0000	0.6602	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	1.0000	0.5851	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.0174	1.0000	0.0306	1.0000	1.0000	0.6632	1.0000

pembobot_51_56 =

0.8126	1.0000	1.0000	0.3712	0.3576	0.7207
0.7597	1.0000	1.0000	0.6321	0.5791	0.8394
0.5902	1.0000	1.0000	0.6285	0.6076	0.8562
0.3770	1.0000	1.0000	0.7636	0.7519	0.9214
0.1761	1.0000	1.0000	0.9381	0.9224	0.9860
0.7035	1.0000	1.0000	0.4821	0.4680	0.7846
0.6951	1.0000	1.0000	0.7140	0.6435	0.8665
0.6840	1.0000	1.0000	0.4883	0.4760	0.7889
0.5688	1.0000	1.0000	0.6195	0.6034	0.8542
0.4582	1.0000	1.0000	0.7027	0.6891	0.8941
0.1559	1.0000	1.0000	0.0450	0.0328	0.3933
0.2317	1.0000	1.0000	0.0454	0.0324	0.3972
0.3583	1.0000	1.0000	0.0654	0.0477	0.4256
0.1965	1.0000	1.0000	0.0049	0.0022	0.3244
0.5003	1.0000	1.0000	0.1188	0.0908	0.4819
0.5195	1.0000	1.0000	0.0004	0.0000	0.3169
0.6463	1.0000	1.0000	0.2244	0.1797	0.5678
0.6619	1.0000	1.0000	0.4988	0.4230	0.7336
0.5736	1.0000	1.0000	0.1519	0.1182	0.5120
0.7394	1.0000	1.0000	0.2180	0.1751	0.5687
0.4953	1.0000	1.0000	0.0085	0.0044	0.3488
0.3120	1.0000	1.0000	0.0130	0.0074	0.3506
0.2914	1.0000	1.0000	0.0124	0.0070	0.3484
0.1516	1.0000	1.0000	0.0132	0.0080	0.3437
0.8780	1.0000	1.0000	0.0628	0.0655	0.4872

Lampiran 10. *Output* Program *Octave Bandwidth* Optimum &Pembobot Spasial (lanjutan)

0.7727	1.0000	1.0000	0.1624	0.1710	0.5913
0.9123	1.0000	1.0000	0.1058	0.1045	0.5296
0.9486	1.0000	1.0000	0.1559	0.1476	0.5690
0.9215	1.0000	1.0000	0.1779	0.1712	0.5898
0.9181	1.0000	1.0000	0.2025	0.1942	0.6082
0.9134	1.0000	1.0000	0.2370	0.2260	0.6323
0.9303	1.0000	1.0000	0.2572	0.2418	0.6432
0.9195	1.0000	1.0000	0.3027	0.2834	0.6720
0.7938	1.0000	1.0000	0.1251	0.1333	0.5588
0.9087	1.0000	1.0000	0.2746	0.2602	0.6566
0.9344	1.0000	1.0000	0.1058	0.1021	0.5265
0.9109	1.0000	1.0000	0.1018	0.1008	0.5259
0.8158	1.0000	1.0000	0.0221	0.0163	0.3971
0.9634	1.0000	1.0000	0.1058	0.0895	0.5059
0.9671	1.0000	1.0000	0.1419	0.1319	0.5540
0.9590	1.0000	1.0000	0.3461	0.3128	0.6890
0.9099	1.0000	1.0000	0.4717	0.4225	0.7541
0.7406	1.0000	1.0000	0.0055	0.0033	0.3560
0.7927	1.0000	1.0000	0.0392	0.0290	0.4189
0.8824	1.0000	1.0000	0.0189	0.0161	0.4024
0.9885	1.0000	1.0000	0.2160	0.1848	0.5923
0.9828	1.0000	1.0000	0.1681	0.1532	0.5720
0.9604	1.0000	1.0000	0.3588	0.3101	0.6813
0.9402	1.0000	1.0000	0.3009	0.2786	0.6681
0.8997	1.0000	1.0000	0.4948	0.4372	0.7601
1.0000	1.0000	1.0000	0.2141	0.1879	0.5978
0.0705	1.0000	1.0000	0.9979	0.9691	0.9895
0.1016	1.0000	1.0000	0.9797	0.9658	0.9972
0.0504	1.0000	1.0000	1.0000	0.9814	0.9940
0.0004	1.0000	1.0000	0.9778	1.0000	0.9939
0.0394	1.0000	1.0000	0.9854	0.9875	1.0000

Lampiran 11. *Output* Program *Octave* Pengujian Kesamaan Model dan Uji Serentak

```
**********************************************************************
        Pengujian Kesamaan Model Regresi Poisson dengan Model GWPR
**********************************************************************
 F1_Hitung    F_Kritis      P-Value    Keputusan Uji
   40.2500      2.4119       0.0012             1
**********************************************************************
Keterangan: 0 = Gagal menolak H0, 1 = Menolak H0


**********************************************************************
                  Pengujian Signifikansi Parameter Secara Serentak
**********************************************************************
 G2_Hitung    G_Kritis      P-Value    Keputusan Uji
  133.1760     15.5073       0.0000             1
**********************************************************************
Keterangan: 0 = Gagal menolak H0, 1 = Menolak H0


**********************************************************************
                    Nilai GCV dan AIC Model Regresi Poisson

**********************************************************************
                              GCV_GWPR       AIC
                               67.6959      478.6258
**********************************************************************
```

Lampiran 12. Tabel Nilai Kritis Distribusi *Chi-Square* (χ^2)

db	Taraf signifikansi (α)								
	0.001	0.005	0.01	0.025	0.02	0.05	0.1	0.2	0.25
1	10.8276	7.8794	6.6349	5.0239	5.4119	3.8415	2.7055	1.6424	1.3233
2	13.8155	10.5966	9.2103	7.3778	7.8240	5.9915	4.6052	3.2189	2.7726
3	16.2662	12.8382	11.3449	9.3484	9.8374	7.8147	6.2514	4.6416	4.1083
4	18.4668	14.8603	13.2767	11.1433	11.6678	9.4877	7.7794	5.9886	5.3853
5	20.5150	16.7496	15.0863	12.8325	13.3882	11.0705	9.2364	7.2893	6.6257
6	22.4577	18.5476	16.8119	14.4494	15.0332	12.5916	10.6446	8.5581	7.8408
7	24.3219	20.2777	18.4753	16.0128	16.6224	14.0671	12.0170	9.8032	9.0371
8	26.1245	21.9550	20.0902	17.5345	18.1682	15.5073	13.3616	11.0301	10.2189
9	27.8772	23.5894	21.6660	19.0228	19.6790	16.9190	14.6837	12.2421	11.3888
10	29.5883	25.1882	23.2093	20.4832	21.1608	18.3070	15.9872	13.4420	12.5489
11	31.2641	26.7568	24.7250	21.9200	22.6179	19.6751	17.2750	14.6314	13.7007
12	32.9095	28.2995	26.2170	23.3367	24.0540	21.0261	18.5493	15.8120	14.8454
13	34.5282	29.8195	27.6882	24.7356	25.4715	22.3620	19.8119	16.9848	15.9839
14	36.1233	31.3193	29.1412	26.1189	26.8728	23.6848	21.0641	18.1508	17.1169
15	37.6973	32.8013	30.5779	27.4884	28.2595	24.9958	22.3071	19.3107	18.2451
16	39.2524	34.2672	31.9999	28.8454	29.6332	26.2962	23.5418	20.4651	19.3689
17	40.7902	35.7185	33.4087	30.1910	30.9950	27.5871	24.7690	21.6146	20.4887
18	42.3124	37.1565	34.8053	31.5264	32.3462	28.8693	25.9894	22.7595	21.6049
19	43.8202	38.5823	36.1909	32.8523	33.6874	30.1435	27.2036	23.9004	22.7178
20	45.3147	39.9968	37.5662	34.1696	35.0196	31.4104	28.4120	25.0375	23.8277

Lampiran 13. Tabel Nilai Kritis Distribusi Normal Baku (*Z*)

Z	Taraf Signifikansi (α)									
	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-3.9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-3.8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
-3.7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
-3.6	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
-3.5	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
-3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
-3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
-3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
-3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
-3	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
-2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451

Lampiran 14. Tabel Nilai Kritis Distribusi *F* (α=0,05)

db 2	db 1							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	161.4476	199.5000	215.7073	224.5832	230.1619	233.9860	236.7684	238.8827
6	5.9874	5.1433	4.7571	4.5337	4.3874	4.2839	4.2067	4.1468
11	4.8443	3.9823	3.5874	3.3567	3.2039	3.0946	3.0123	2.9480
16	4.4940	3.6337	3.2389	3.0069	2.8524	2.7413	2.6572	2.5911
21	4.3248	3.4668	3.0725	2.8401	2.6848	2.5727	2.4876	2.4205
26	4.2252	3.3690	2.9752	2.7426	2.5868	2.4741	2.3883	2.3205
31	4.1596	3.3048	2.9113	2.6787	2.5225	2.4094	2.3232	2.2549
41	4.0785	3.2257	2.8327	2.6000	2.4434	2.3298	2.2429	2.1740
46	4.0517	3.1996	2.8068	2.5740	2.4174	2.3035	2.2164	2.1473
51	4.0304	3.1788	2.7862	2.5534	2.3966	2.2826	2.1953	2.1260
56	4.0130	3.1619	2.7694	2.5366	2.3797	2.2656	2.1782	2.1087
66	3.9863	3.1359	2.7437	2.5108	2.3538	2.2395	2.1518	2.0821
71	3.9758	3.1258	2.7336	2.5008	2.3437	2.2293	2.1415	2.0717
76	3.9668	3.1170	2.7249	2.4920	2.3349	2.2204	2.1326	2.0627
81	3.9589	3.1093	2.7173	2.4844	2.3273	2.2127	2.1248	2.0549
86	3.9519	3.1026	2.7106	2.4777	2.3205	2.2059	2.1180	2.0480
91	3.9457	3.0966	2.7047	2.4718	2.3145	2.1999	2.1119	2.0418
96	3.9402	3.0912	2.6994	2.4665	2.3092	2.1945	2.1065	2.0363
101	3.9352	3.0864	2.6946	2.4617	2.3044	2.1897	2.1016	2.0314
106	3.9307	3.0820	2.6903	2.4574	2.3001	2.1853	2.0972	2.0269
121	3.9195	3.0711	2.6795	2.4466	2.2892	2.1744	2.0861	2.0158
131	3.9134	3.0653	2.6737	2.4408	2.2834	2.1685	2.0802	2.0098
146	3.9059	3.0581	2.6666	2.4336	2.2762	2.1612	2.0728	2.0024
151	3.9038	3.0560	2.6645	2.4316	2.2741	2.1591	2.0707	2.0002
156	3.9018	3.0540	2.6626	2.4296	2.2721	2.1571	2.0687	1.9982
166	3.8981	3.0505	2.6591	2.4261	2.2686	2.1536	2.0651	1.9946
176	3.8948	3.0473	2.6559	2.4230	2.2655	2.1504	2.0619	1.9913
181	3.8933	3.0459	2.6545	2.4216	2.2640	2.1490	2.0605	1.9899
211	3.8859	3.0387	2.6474	2.4144	2.2569	2.1417	2.0532	1.9825
216	3.8849	3.0377	2.6464	2.4134	2.2559	2.1407	2.0522	1.9814
221	3.8839	3.0367	2.6455	2.4125	2.2549	2.1398	2.0512	1.9805
224	3.8833	3.0362	2.6449	2.4119	2.2544	2.1392	2.0506	1.9799
227	3.8828	3.0356	2.6444	2.4114	2.2538	2.1387	2.0501	1.9793
230	3.8822	3.0351	2.6438	2.4109	2.2533	2.1381	2.0495	1.9788

Lampiran 15. Model GWPR Semua Kabupaten/Kota

$$\hat{\mu}(u_1,v_1)=\exp(1,8425-0,0038x_1-0,0001x_2+0,00000486x_3-0,00088x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_2,v_2)=\exp(1,9464-0,0043x_1-0,0003x_2+0,00000511x_3-0,0001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_3,v_3)=\exp(1,6307-0,0044x_1-0,0005x_2+0,00000375x_3-0,000063x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_4,v_4)=\exp(1,6036-0,0051x_1+0,0007x_2+0,00000332x_3-0,000060x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_5,v_5)=\exp(1,5616-0,0068x_1+0,0010x_2+0,00000265x_3-0,0000618x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_6,v_6)=\exp(1,9464-0,0043x_1-0,0003x_2+0,00000511x_3-0,0001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_7,v_7)=\exp(1,6087-0,0069x_1+0,0007x_2+0,00000343x_3-0,0000573x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_8,v_8)=\exp(1,6492-0,0036x_1+0,0003x_2+0,00000408x_3-0,0000668x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_9,v_9)=\exp(1,6280-0,0043x_1+0,0005x_2+0,00000373x_3-0,0000631x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{10},v_{10})=\exp(1,9464-0,0043x_1-0,0003x_2+0,00000511x_3-0,001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{11},v_{11})=\exp(2,5406-0,0019x_1-0,0022x_2+0,00000795x_3-0,000121x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{12},v_{12})=\exp(2,4510-0,0026x_1-0,0019x_2+0,00000781x_3-0,00013x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{13},v_{13})=\exp(2,3708-0,0030x_1-0,0017x_2+0,00000758x_3-0,000131x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{14},v_{14})=\exp(1,9464-0,0043x_1-0,0003x_2+0,00000511x_3-0,0001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{15},v_{15})=\exp(2,3082-0,0033x_1-0,0015x_2+0,00000737x_3-0,000129x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{16},v_{16})=\exp(2,2087-0,0026x_1-0,0012x_2+0,00000703x_3-0,000125x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{17},v_{17})=\exp(2,1011-0,0044x_1-0,0008x_2+0,00000625x_3-0,000117x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{18},v_{18})=\exp(2,0012-0,0073x_1-0,0005x_2+0,00000597x_3-0,000116x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{19},v_{19})=\exp(2,2570-0,0035x_1-0,0013x_2+0,00000717x_3-0,000128x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{20},v_{20})=\exp(2,1403-0,0037x_1-0,0010x_2+0,00000671x_3-0,000120x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{21},v_{21})=\exp(2,2414-0,0027x_1-0,0013x_2+0,00000714x_3-0,000127x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{22},v_{22})=\exp(2,3537-0,0027x_1-0,0016x_2+0,00000753x_3-0,000131x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{23},v_{23})=\exp(2,3662-0,0027x_1-0,0017x_2+0,00000737x_3-0,000129x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{24},v_{24})=\exp(2,3509-0,0036x_1-0,0016x_2+0,00000757x_3-0,000131x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{25},v_{25})=\exp(1,7825-0,0016x_1-0,0003x_2+0,00000547x_3-0,0000892x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{26},v_{26})=\exp(1,6977-0,0020x_1-0,0000x_2+0,00000486x_3-0,0000777x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{27},v_{27})=\exp(1,7648-0,0017x_1-0,0002x_2+0,00000538x_3-0,0000871x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{28},v_{28})=\exp(1,7533-0,0018x_1-0,0002x_2+0,00000533x_3-0,0000856x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{29},v_{29})=\exp(1,9464-0,0043x_1-0,0003x_2+0,00000511x_3-0,0001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{30},v_{30})=\exp(1,9464-0,0043x_1-0,0003x_2+0,00000511x_3-0,0001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{31},v_{31})=\exp(1,6928-0,0021x_1-0,0000x_2+0,00000497x_3-0,0000781x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{32},v_{32})=\exp(1,6955-0,0022x_1-0,0000x_2+0,00000498x_3-0,0000781x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{33},v_{33})=\exp(1,6886-0,0025x_1-0,0000x_2+0,00000484x_3-0,0000760x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{34},v_{34})=\exp(1,9464-0,0043x_1-0,0003x_2+0,00000511x_3-0,0001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{35},v_{35})=\exp(1,6915-0,0024x_1-0,0000x_2+0,00000487x_3-0,0000767x_4)$$

Lampiran 15. Model GWPR Semua Kabupaten/Kota (lanjutan)

$$\hat{\mu}(u_{36},v_{36}) = \exp(1,7870 - 0,0018x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000547x_3 - 0,0000892x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{37},v_{37}) = \exp(1,7674 - 0,0017x_1 - 0,0002x_2 + 0,00000539x_3 - 0,0000874x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{38},v_{38}) = \exp(2,0623 - 0,0024x_1 - 0,0009x_2 + 0,00000649x_3 - 0,0000114x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{39},v_{39}) = \exp(1,9460 - 0,0024x_1 - 0,0006x_2 + 0,00000604x_3 - 0,0000104x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{40},v_{40}) = \exp(1,7937 - 0,0020x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000547x_3 - 0,0000894x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{41},v_{41}) = \exp(1,9464 - 0,0043x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000511x_3 - 0,0001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{42},v_{42}) = \exp(1,9464 - 0,0043x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000511x_3 - 0,0001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{43},v_{43}) = \exp(1,9464 - 0,0043x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000511x_3 - 0,0001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{44},v_{44}) = \exp(2,0953 - 0,0026x_1 - 0,0010x_2 + 0,00000662x_3 - 0,000117x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{45},v_{45}) = \exp(1,9464 - 0,0043x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000511x_3 - 0,0001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{46},v_{46}) = \exp(1,8883 - 0,0027x_1 - 0,0005x_2 + 0,00000579x_3 - 0,000097x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{47},v_{47}) = \exp(1,9464 - 0,0043x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000511x_3 - 0,0001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{48},v_{48}) = \exp(1,9464 - 0,0043x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000511x_3 - 0,0001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{49},v_{49}) = \exp(1,8869 - 0,0038x_1 - 0,0002x_2 + 0,00000507x_3 - 0,000093x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{50},v_{50}) = \exp(1,9464 - 0,0043x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000511x_3 - 0,0001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{51},v_{51}) = \exp(1,8339 - 0,0025x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000558x_3 - 0,000092x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{52},v_{52}) = \exp(1,9464 - 0,0043x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000511x_3 - 0,0001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{53},v_{53}) = \exp(1,9464 - 0,0043x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000511x_3 - 0,0001x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{54},v_{54}) = \exp(1,5326 - 0,0090x_1 - 0,0013x_2 + 0,00000208x_3 - 0,000087x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{55},v_{55}) = \exp(1,5225 - 0,0090x_1 - 0,0013x_2 + 0,00000208x_3 - 0,000087x_4)$$
$$\hat{\mu}(u_{56},v_{56}) = \exp(1,7723 - 0,0056x_1 - 0,0003x_2 + 0,00000402x_3 - 0,000082x_4)$$

RIWAYAT HIDUP

Fatma Wati, lahir di Bone pada tanggal 27 Juli 1998. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Suyudi dan Ibu Sahriyah. Memulai pendidikan formal pada tahun 2004 di Sekolah Dasar Negeri (SDN) 015 Loa Janan, kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 3 Loa Janan dan melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 7 Samarinda dan lulus pada tahun 2016.

Pendidikan perguruan tinggi dimulai pada tahun 2016 di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Jurusan Matematika Program Studi Statistika, melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menempuh perkuliahan, penulis aktif dalam kegiatan akademik seperti menjadi asisten praktikum di Jurusan Matematika untuk beberapa mata kuliah wajib dan pilihan. Pada tahun 2018 dan 2019 memperoleh penghargaan *EXPONENCE* sebagai *Most Excellent Student* dari Jurusan Matematika. Kegiatan organisasi kemahasiswaan yang pernah diikuti yaitu menjadi anggota Himpunan Mahasiswa Statistika (HIMASTA) khususnya sebagai sekretaris Bidang Kaderisasi dan Pengembangan Sumber Daya Manusia (KPSDM) tahun 2018/2019, serta menjadi penanggungjawab Pekan Analisis Statistik (PAS) pada kegiatan Jambore Statistika VII tahun 2019.

Pada tahun 2019 melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) CSR Astra Angkatan 45, sekaligus sebagai Agen Edukasi Bankaltimtara di Desa Miau Baru, Kabupaten Kutai Timur mulai tanggal 1 Juli sampai dengan 20 Agustus. Penulis terpilih sebagai agen edukasi keuangan terbaik 1 yang dipersembahkan oleh PT Bank Pembangunan Daerah Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara (PT BPD Bankaltimtara). Pada tahun yang sama melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah (Bappeda) Provinsi Kalimantan Timur mulai tanggal 11 September sampai dengan 11 Oktober.