



TUGAS AKHIR - SS141501

***GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION  
DAN SPATIAL PATTERN ANALYSIS* UNTUK  
PEMODELAN KEJADIAN PENYAKIT MALARIA  
DAN FAKTOR YANG MEMPENGARUHI DI  
PROVINSI PAPUA**

NURUL FADHILAH  
NRP 1311 100 120

Dosen Pembimbing  
Dr. Drs. I Nyoman Latra, MS

Co. Dosen Pembimbing  
Dr. Sutikno, S.Si, M.Si

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



FINAL PROJECT - SS141501

**GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION  
AND SPATIAL PATTERN ANALYSIS FOR  
MODELLING THE OCCURRENCE OF MALARIA  
DISEASE AND THE AFFECTING FACTORS IN  
PAPUA PROVINCE**

NURUL FADHILAH  
NRP 1311 100 120

Supervisor  
Dr. Drs. I Nyoman Latra, MS

Co. Supervisor  
Dr. Sutikno, S.Si, M.Si

Undergraduate Programme of Statistics  
Faculty of Mathematics and Natural Sciences  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015

**LEMBAR PENGESAHAN**

**GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION DAN  
SPATIAL PATTERN ANALYSIS UNTUK PEMODELAN  
KEJADIAN PENYAKIT MALARIA DAN FAKTOR YANG  
MEMPENGARUHI DI PROVINSI PAPUA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains

pada

Program Studi S-1 Jurusan Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**NURUL FADHILAH**

**NRP. 1311 100 120**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

**Dr. Drs. I Nyoman Latra, MS**

**NIP. 19511130 197901 1 001**

**Dr. Sutikno, S.Si, M.Si**

**NIP. 19710313 199702 1 001**

Mengetahui  
**Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS**

**Dr. Muhammad Mashuri, MT**

**NIP. 19620408 198701 1 001**

**JURUSAN**

**SURABAYA, JULI 2015**

**GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION DAN  
SPATIAL PATTERN ANALYSIS UNTUK PEMODELAN  
KEJADIAN PENYAKIT MALARIA DAN FAKTOR YANG  
MEMPENGARUHI DI PROVINSI PAPUA**

**Nama** : Nurul Fadhilah  
**NRP** : 1311 100 120  
**Jurusan** : Statistika, FMIPA-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Dr. Drs. I Nyoman Latra, MS  
**Co. Dosen Pembimbing** : Dr. Sutikno, S.Si, M.Si

**ABSTRAK**

*Malaria merupakan penyakit menular yang menjadi perhatian global, termasuk di Indonesia. Papua merupakan provinsi dengan insiden dan prevalensi kejadian penyakit malaria tertinggi di Indonesia pada tahun 2013. Dalam menentukan salah satu kebijakan di bidang kesehatan Pemerintah Daerah Provinsi Papua, maka perlu adanya penelitian terkait penyebaran penyakit malaria di Provinsi Papua. Berbagai penelitian kasus malaria dengan metode statistika sudah banyak dilakukan. Namun, penelitian tersebut hanya menganalisis faktor risiko tanpa memperhatikan faktor spasial serta belum membahas pola penyebarannya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan analisis spasial dengan dua metode, yaitu Spatial Pattern Analysis dan Geographically Weighted Regression. Metode Spatial Pattern Analysis untuk mendeskripsikan pola persebaran dan menyusun peta kerawanan persebaran kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua. Sedangkan metode Geographically Weighted Regression untuk menyusun model kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua serta mengetahui faktor yang berpengaruh secara signifikan di tiap lokasi. Persebaran kejadian penyakit malaria mempunyai pola yang menyebar. Kabupaten/kota di Provinsi Papua yang tergolong rawan yaitu Kabupaten Jayapura, Nabire, Kepulauan Yapen, Biak Numfor, Paniai, Puncak Jaya, Mimika, Boven Digoel, Intan Jaya, dan Kota Jayapura. Hasil pemodelan dengan GWR diperoleh model yang berbeda-beda untuk tiap kabupaten/kota di Provinsi Papua. Berdasarkan variabel signifikan di tiap kabupaten/kota, terbentuk pengelompokan yaitu 15 kelompok.*

**Kata Kunci** : GWR, Malaria, Regresi Linier Berganda, Spatial Pattern

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION AND SPATIAL PATTERN ANALYSIS FOR MODELLING THE OCCURRENCE OF MALARIA DISEASE AND THE AFFECTING FACTORS IN PAPUA PROVINCE**

**Name** : Nurul Fadhilah  
**NRP** : 1311 100 120  
**Department** : Statistics, FMIPA-ITS  
**Supervisor** : Dr. Drs. I Nyoman Latra, MS  
**Co. Supervisor** : Dr. Sutikno, S.Si, M.Si

## **ABSTRACT**

*Malaria is one of the contagious diseases which currently being international concern, including in Indonesia. Papua is a province with highest occurrence and prevalence of Malaria in 2013. In order to determine a policy related to health sector in regional government of Papua, a research related to dissemination of Malaria disease in Papua is required. Actually, a lot of researches related to Malaria disease by using statistical methods have been done previously. However, existing researches only analyze about the risk factor and often neglect spatial factor as well as its dissemination patterns. Therefore, in this research the analysis is done by using two methods, which are Spatial Pattern Analysis and Geographically Weighted Regression. Spatial Pattern Analysis method is used to describe the dissemination patterns and formulate the map of dissemination susceptibility of Malaria disease in Papua. On the other hand, Geographically Weighted Regression method is used for modeling the occurrence of Malaria disease in Papua and knowing what factors that significantly affecting in each location. Based on this research, the occurrence pattern of Malaria disease is spreading. Some of the regions/cities in Papua considered prone of Malaria disease are Kabupaten Jayapura, Nabire, Kepulauan Yapen, Biak Numfor, Paniai, Puncak Jaya, Mimika, Boven Digoel, Intan Jaya, dan Kota Jayapura. By using GWR method, several different models are obtained for each region/city. Based on the significant variables in each region/city, there are 15 groups can be made.*

**Keywords** : GWR, Malaria, Multiple Linear Regression, Spatial Pattern

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas ridho, anugerah, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul ***“Geographically Weighted Regression dan Spatial Pattern Analysis untuk Pemodelan Kejadian Penyakit Malaria dan Faktor yang Mempengaruhi di Provinsi Papua”*** dengan baik.

Terselesainya laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah dan Ibu tercinta atas limpahan kasih sayang, doa, dan dukungan yang tiada henti bagi penulis.
2. Bapak Dr. Drs. I Nyoman Latra, MS dan Bapak Dr. Sutikno, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan dengan sabar memberikan bimbingan, ilmu, saran dan motivasi kepada penulis.
3. Bapak Dr. Puhadi, M.Si dan Bapak Dr. Bambang Wijanarko Otok, S.Si, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, MT selaku Ketua Jurusan dan Ibu Dra. Lucia Aridinanti, MT selaku Ketua Prodi S1 Statistika ITS yang telah memberikan fasilitas demi kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Ibu Dr. Irhamah, S.Si, M.Si selaku dosen wali atas motivasi, inspirasi, dan dukungan yang telah diberikan.
6. Bapak Dr. M. Setyo Pramono, S.Si, M.Si yang telah membantu dalam memperoleh data penelitian Tugas Akhir ini.
7. Mbak Husna Kumalasari Putri dan Adek Hilma Fajarrini atas doa dan semangat.
8. Sahabat tercinta Theta, Ida, Sintia, Fila, Friska, Ayu Widya, Nurul, Ecy, Gita, dan Irmanita yang senantiasa berbagi suka duka, semangat, dan motivasi selama di bangku kuliah hingga terselesainya Tugas Akhir ini.

9. Rekan-rekan Trio Malaria : Ayu Widya Ningrum dan Sinta Krisadini atas kebersamaan dan kekompakan selama berjuang menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman seperjuangan Wisuda 112 ITS dan keluarga besar Sigma 22 atas segala kritik, saran, motivasi, dan semangat.
11. Mas Alfath yang senantiasa memberikan doa, semangat, dan motivasi demi kelancaran dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
12. Mbak Ratna Nurul dan Mbak Sulis yang telah meluangkan waktu membantu dan diskusi terkait materi Tugas Akhir.
13. Seluruh dosen Jurusan Statistika FMIPA ITS yang memberikan bekal ilmu selama masa perkuliahan dengan kesabaran yang dilimpahkan. Seluruh staf dan karyawan jurusan Statistika atas bantuan selama ini.
14. Serta seluruh pihak yang banyak membantu penulis dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran diharapkan dari semua pihak sebagai bentuk pengembangan bagi penelitian selanjutnya. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberi manfaat serta untuk menambah wawasan keilmuan bagi semua pihak.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Statistika Deskriptif.....	7
2.2 <i>Spatial Pattern</i> .....	7
2.2.1 Matrik Pembobot Spasial.....	8
2.2.2 Moran's I.....	9
2.2.3 <i>Local Indicator of Spatial Autocorrelation (LISA)</i> ....	11
2.3 Moran's <i>Scatterplot</i> .....	13
2.4 Peta Tematik.....	14
2.5 Multikolinieritas.....	14
2.6 Model Regresi Linier.....	15
2.6.1 Penaksiran Parameter Regresi Linier.....	16
2.6.2 Uji Signifikansi Parameter Regresi Linier.....	16
2.6.3 Pemeriksaan Asumsi Residual Regresi Linier.....	18
2.7 Uji Aspek Spasial dari Data.....	20
2.7.1 Uji Dependensi Spasial.....	20
2.7.2 Uji Heterogenitas Spasial.....	20
2.8 <i>Geographically Weighted Regression</i> .....	21

2.8.1	Penentuan <i>Bandwidth</i> dan Pembobot Optimum.....	22
2.8.2	Penaksiran Parameter Model GWR.....	24
2.8.3	Uji Hipotesis Model GWR.....	26
2.9	Pemilihan Model Terbaik.....	29
2.10	Penyebaran Penyakit Malaria.....	29
2.11	Proses Penularan Penyakit Malaria.....	32
2.12	Gambaran Umum Provinsi Papua.....	32
2.13	Hasil Penelitian Terdahulu.....	33
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>		
3.1	Sumber Data.....	37
3.2	Kerangka Konsep Penelitian.....	38
3.3	Variabel Penelitian.....	40
3.3.1	Metode <i>Spatial Pattern Analysis</i> .....	40
3.3.2	Metode <i>Geographically Weighted Regression</i> .....	40
3.4	Langkah Analisis.....	44
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	46
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Deskripsi Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria dan Faktor yang Mempengaruhi.....	49
4.1.1	Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria.....	49
4.1.2	Faktor-faktor yang Diduga Mempengaruhi Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria.....	53
4.1.2.1	Persentase Rumah Tangga Menggunakan Plafon Kayu/Tripleks ( $X_1$ ).....	53
4.1.2.2	Persentase Kepadatan Hunian ( $X_2$ ).....	55
4.1.2.3	Persentase Rumah Tangga Menguras Bak Mandi Seminggu Sekali ( $X_3$ ).....	57
4.1.2.4	Persentase Rumah Tangga Memakai Air Bersih antara 20-49,9 Liter ( $X_4$ ).....	58
4.1.2.5	Persentase Pengetahuan Rumah Tangga Mengenai Keberadaan Fasilitas Kesehatan Rumah Sakit Pemerintah ( $X_5$ ).....	60
4.1.2.6	Persentase Pengobatan Malaria dengan Mendapatkan Obat ACT ( <i>Artemisinin-based Combination Therapy</i> ) Program ( $X_6$ ).....	62

4.1.2.7	Persentase Rumah Tangga Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat ( $X_7$ ).....	64
4.1.2.8	Persentase Rumah Tangga Menggunakan Tempat Sampah Terbuka ( $X_8$ ).....	65
4.2	Analisis dengan Metode <i>Spatial Pattern</i> .....	67
4.2.1	Hubungan Kejadian Penyakit Malaria antar Kabupaten/Kota Provinsi Papua dan Pola Penyebaran Berdasarkan Indeks Moran's I.....	67
4.2.2	Identifikasi Pola Persebaran Kejadian Penyakit Malaria dengan Moran's <i>Scatterplot</i> .....	68
4.2.3	Identifikasi Persebaran Kejadian Penyakit Malaria dengan <i>Local Indicator of Spatial Autocorrelation</i> (LISA).....	70
4.2.4	Peta Kerawanan Kejadian Penyakit Malaria.....	71
4.3	Analisis dengan <i>Geographically Weighted Regression</i> (GWR).....	73
4.3.1	Deteksi Multikolinieritas.....	73
4.3.2	Pemodelan Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria dengan Regresi Linier Berganda.....	74
4.3.3	Penaksiran Parameter Regresi Linier untuk Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria.....	75
4.3.4	Uji Signifikansi Parameter Regresi Linier untuk Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria.....	75
4.3.5	Pemeriksaan Asumsi Residual Regresi Linier untuk Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria.....	77
4.3.6	Uji Aspek Spasial dari Data.....	79
4.3.7	Penaksiran Parameter Model <i>Geographically Weighted Regression</i> (GWR) untuk Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria.....	80
4.3.8	Uji Hipotesis Model <i>Geographically Weighted Regression</i> (GWR).....	81
4.3.9	Pemodelan GWR Tiap Kabupaten/Kota.....	83
4.3.10	Pemilihan Model Terbaik.....	86
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan.....	89

5.2 Saran.....	89
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>91</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>95</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS.....</b>	<b>125</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>Analysis of Varians</i> Model Regresi Linier .....	17
Tabel 3.1 Keterangan Kabupaten/Kota di Provinsi Papua .....	38
Tabel 3.2 Variabel Penelitian .....	40
Tabel 3.3 Struktur Data Provinsi Papua .....	44
Tabel 4.1 Pengelompokan Kategori Prevalensi Malaria Kabupaten/Kota.....	52
Tabel 4.2 Nilai Rata-rata, Varians, Minimum, dan Maksimum Faktor yang Diduga Mempengaruhi Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria (dalam persen) .....	53
Tabel 4.3 Nilai I, E(I), Var(I), $Z_{hitung}$ , dan <i>p-value</i> .....	67
Tabel 4.4 Anggota Kuadran Moran's <i>Scatterplot</i> .....	69
Tabel 4.5 Nilai Indeks LISA dan <i>p-value</i> .....	70
Tabel 4.6 Kriteria Kabupaten/Kota Berdasarkan Kategori Kejadian .....	71
Tabel 4.7 Estimasi Parameter Model Regresi Linier.....	75
Tabel 4.8 Pengujian Model Regresi Linier Berganda secara Serentak .....	75
Tabel 4.9 Pengujian Model Regresi Linier Berganda secara Parsial .....	76
Tabel 4.10 Uji Asumsi Residual Identik .....	77
Tabel 4.11 Estimasi Parameter Model GWR .....	80
Tabel 4.12 Variabel Signifikan di Tiap Kabupaten/Kota .....	82
Tabel 4.13 Pengelompokan Kabupaten/Kota Berdasarkan Variabel Signifikan .....	86
Tabel 4.14 Nilai AIC Model Regresi Global dan GWR.....	86

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Ilustrasi Metode <i>Queen Contiguity</i> ..... 8
Gambar 2.2	Moran's <i>Scatterplot</i> ..... 13
Gambar 2.3	API per 1.000 Penduduk di Indonesia Tahun 2008- 2013 ..... 31
Gambar 2.4	API per 1.000 Penduduk Menurut Provinsi Tahun 2013..... 31
Gambar 3.1	Peta Wilayah Administrasi Provinsi Papua ..... 37
Gambar 3.2	Kerangka Konsep Penelitian ..... 39
Gambar 3.3	Diagram Alir Langkah Analisis..... 46
Gambar 4.1	Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria di Provinsi Papua ..... 50
Gambar 4.2	Persebaran Prevalensi Malaria di Kabupaten/Kota Provinsi Papua..... 51
Gambar 4.3	Persentase Rumah Tangga Menggunakan Plafon Kayu/Tripleks..... 54
Gambar 4.4	Persentase Kepadatan Hunian ..... 56
Gambar 4.5	Persentase Rumah Tangga Menguras Bak Mandi Seminggu Sekali..... 57
Gambar 4.6	Persentase Rumah Tangga Memakai Air Bersih .... 59
Gambar 4.7	Persentase Pengetahuan Rumah Tangga Mengenai Keberadaan Fasilitas Kesehatan Rumah Sakit Pemerintah ..... 61
Gambar 4.8	Persentase Pengobatan Malaria dengan Mendapatkan Obat ACT Program..... 63
Gambar 4.9	Persentase Rumah Tangga ber-PHBS ..... 64
Gambar 4.10	Persentase Rumah Tangga Menggunakan Tempat Sampah Terbuka..... 66
Gambar 4.11	Moran's <i>Scatterplot</i> Kejadian Penyakit Malaria .... 69
Gambar 4.12	Peta Kerawanan Kejadian Penyakit Malaria ..... 72
Gambar 4.13	<i>Probability Plot</i> Residual Regresi Linier ..... 78
Gambar 4.14	Persebaran menurut Pengelompokan Variabel Signifikan ..... 85

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Data Kejadian Penyakit Malaria dan Faktor yang Mempengaruhi di Provinsi Papua..... 95
Lampiran 2	Koordinat Lintang dan Bujur Kabupaten/Kota Provinsi Papua..... 96
Lampiran 3	Statistika Deskriptif ..... 97
Lampiran 4	Output Indeks Moran's I..... 97
Lampiran 5	Nilai VIF Variabel Prediktor ..... 98
Lampiran 6	Output Regresi Linier ..... 101
Lampiran 7	Asumsi Residual IIDN Model Regresi Linier..... 102
Lampiran 8	Hasil Uji Aspek Spasial ..... 103
Lampiran 9	Bandwidth untuk Model GWR ..... 104
Lampiran 10	Jarak Euclidean antar Lokasi ..... 105
Lampiran 11	Output Model GWR..... 110
Lampiran 12	Estimasi Parameter GWR Tiap Lokasi ..... 113
Lampiran 13	Pemodelan GWR Tiap kabupaten/Kota..... 122

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Malaria merupakan penyakit menular yang menjadi perhatian global, termasuk di Indonesia. Penyakit ini masih merupakan masalah kesehatan masyarakat karena sering menimbulkan kejadian luar biasa (KLB), berdampak luas terhadap kualitas hidup dan ekonomi, serta dapat mengakibatkan kematian (Kementerian Kesehatan RI, 2013). Penularan parasit plasmodium kepada manusia adalah melalui nyamuk *Anopheles betina* yaitu pada saat menggigit manusia, nyamuk ini menyuntikkan parasit ke aliran darah menuju hati kemudian melipatgandakan diri (Kementerian Kesehatan RI, 2014).

Berdasarkan angka insiden malaria pada tahun 2007 yaitu 2,9% dan tahun 2013 yaitu 1,9%, maka dikatakan bahwa insiden malaria di Indonesia tahun 2007 dan 2013 mengalami penurunan. Namun, terdapat 15 provinsi dari 33 provinsi di Indonesia mempunyai prevalensi malaria di atas angka nasional. Direktur Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Kementerian Kesehatan, Andi Muhadir, mengatakan prevalensi penyakit malaria di Indonesia masih tinggi, mencapai 417.819 kasus positif pada tahun 2012. Sekitar 70 persen kasus malaria terdapat di wilayah Indonesia Timur, antara lain Papua, Papua Barat, Maluku, Maluku Utara, Sulawesi, dan Nusa Tenggara (Wardah, 2013). Lima provinsi dengan insiden dan prevalensi tertinggi adalah Papua (9,8% dan 28,6%), Nusa Tenggara Timur (6,8% dan 23,3%), Papua Barat (6,7% dan 19,4%), Sulawesi Tengah (5,1% dan 12,5%), dan Maluku (3,8% dan 10,7%) (Kementerian Kesehatan RI, 2013).

Papua merupakan provinsi dengan insiden dan prevalensi tertinggi di Indonesia pada tahun 2013 yaitu sebesar 9,8% dan 28,6%. Berdasarkan Ditjen PP dan PL Departemen Kesehatan RI, API dari tahun 2008 sampai dengan 2013 menurun dari 2,47 per 1.000 penduduk menjadi 1,38 per 1.000 penduduk. Namun,

berdasarkan *Annual Parasite Incidence* (API) pada tahun 2013, Provinsi Papua merupakan provinsi dengan API tertinggi yaitu 42,65 per 1.000 penduduk (Kementerian Kesehatan RI, 2014). Faktor geografis yang sulit dijangkau dan penyebaran penduduk yang tidak merata merupakan salah satu penyebab sulitnya pengendalian di wilayah tersebut.

Dalam rangka pengendalian penyakit malaria, banyak hal yang sudah maupun sedang dilakukan baik dalam skala nasional maupun global. Salah satu komitmen pemerintah terhadap upaya pengendalian malaria yaitu telah diterbitkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.293/MENKES/SK/IV/2009 tanggal 28 April 2009 tentang Eliminasi Malaria Indonesia. Eliminasi malaria bertujuan untuk mewujudkan masyarakat hidup sehat yang terbebas dari penularan malaria secara bertahap sampai dengan tahun 2030. Malaria merupakan salah satu indikator target Pembangunan Millenium (MDGs) dengan target menghentikan penyebaran dan mengurangi kejadian insiden malaria pada tahun 2015. Indikator yang digunakan adalah menurunnya angka kesakitan dan angka kematian akibat malaria. Malaria merupakan penyakit yang harus terus menerus dilakukan pengamatan, monitoring, dan evaluasi, serta diperlukan formulasi kebijakan dan strategi yang tepat (Kementerian Kesehatan RI, 2011).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk menurunkan angka penderita malaria, sebelum menentukan salah satu kebijakan di bidang kesehatan maka perlu adanya penelitian terkait penyebaran penyakit malaria di Provinsi Papua. Beberapa penelitian mengenai kasus malaria dengan metode statistika sudah banyak dilakukan, antara lain penelitian yang dilakukan oleh Lestari (2014), Susilowati (2013), Wahyuni (2012), dan Ekayani (2011). Lestari (2014) meneliti penyakit malaria menggunakan metode regresi logistik biner untuk mendapatkan faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap ibu hamil. Susilowati (2013) meneliti malaria di Provinsi Maluku Utara, Maluku, Papua Barat, dan Papua dengan faktor yang mempengaruhinya

menggunakan analisis regresi. Wahyuni (2012) meneliti hubungan faktor lingkungan tempat tinggal dengan kejadian malaria pada balita di Indonesia. Ekayani (2011) meneliti faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya penyakit malaria di Provinsi Papua Barat dengan metode regresi logistik biner.

Penelitian tersebut hanya terbatas mendapatkan faktor risiko tanpa memperhatikan faktor spasial serta belum membahas pola penyebaran penyakit malaria. Diketahui bahwa Provinsi Papua merupakan provinsi dengan angka kejadian malaria tertinggi di Indonesia, namun jarang ditemukan penelitian yang meneliti provinsi tersebut. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk memperkecil terjangkitnya penyakit malaria di Provinsi Papua berdasarkan lokasi. *Spatial Pattern Analysis* memberikan informasi pola dan peta sebaran kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua yang diharapkan mampu mengurangi angka penderita malaria serta berguna memberikan informasi sebaran wilayah rawan yang diperlukan dalam menentukan wilayah prioritas pelaksanaan program antisipasi dan penanggulangan. Selanjutnya dilakukan pemodelan penyakit malaria di Provinsi Papua untuk mengetahui faktor yang berpengaruh secara signifikan di tiap lokasi menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) karena adanya faktor spasial, sehingga hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor dapat diketahui. Perpaduan kedua metode tersebut dapat memberikan analisis spasial secara efektif. Beberapa penelitian terdahulu mengenai metode *Spatial Pattern Analysis* dan *Geographically Weighted Regression* (GWR) dilakukan oleh Astuti (2014) yang meneliti kejadian serangan hama tikus, penggerek batang padi, dan penyakit *Xanthomonas Oryzae* di Kabupaten Bojonegoro, sedangkan Arrowiyah (2011) meneliti kejadian penyakit demam berdarah *dengue* di Kota Surabaya. Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode *Spatial Pattern Analysis* efektif memberikan informasi terkait penyebaran penyakit. Selain itu, terdapat penelitian terkait metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) dilakukan oleh

Hidayah (2014) dan Dzikrina (2013) yang menyatakan bahwa *Geographically Weighted Regression* merupakan pengembangan dari regresi linier yang digunakan untuk menganalisis data spasial.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, maka dalam tugas akhir ini akan dilakukan penelitian terhadap kejadian penyakit malaria berdasarkan faktor spasial. Dalam penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi pola persebaran penyakit malaria serta faktor-faktor yang berpengaruh di tiap kabupaten/kota Provinsi Papua.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Malaria merupakan penyakit menular yang menjadi perhatian global, termasuk di Indonesia. Papua merupakan provinsi dengan insiden dan prevalensi kejadian penyakit malaria tertinggi di Indonesia pada tahun 2013. Dalam menentukan salah satu kebijakan di bidang kesehatan Pemerintah Daerah Provinsi Papua, maka perlu adanya penelitian terkait penyebaran penyakit malaria di Provinsi Papua. Berbagai penelitian kasus malaria dengan metode statistika sudah banyak dilakukan. Namun, penelitian tersebut hanya menganalisis faktor risiko tanpa memperhatikan faktor spasial serta belum membahas pola penyebarannya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan analisis spasial dengan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pola persebaran dan peta kerawanan persebaran kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua dengan *Spatial Pattern Analysis*?
2. Bagaimana model kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua serta faktor yang mempengaruhi dengan metode *Geographically Weighted Regression (GWR)*?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan pola persebaran dan menyusun peta kerawanan persebaran kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua dengan *Spatial Pattern Analysis*.
2. Menyusun model kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua serta mengetahui faktor yang berpengaruh secara signifikan dengan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR).

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan memberikan berbagai manfaat sebagai berikut.

1. Memberikan informasi kepada Pemerintah Daerah Provinsi Papua mengenai persebaran penyakit malaria di Provinsi Papua serta faktor-faktor yang berpengaruh menggunakan metode *Spatial Pattern Analysis* dan *Geographically Weighted Regression*, guna membantu *policy* atau kebijakan Pemerintah Daerah Provinsi Papua untuk menurunkan angka penderita malaria.
2. Bagi peneliti sebagai sarana mengaplikasikan metode *Spatial Pattern Analysis* dan *Geographically Weighted Regression* dalam mengatasi masalah epidemiologi supaya bermanfaat secara nyata untuk masyarakat dalam dunia kesehatan.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah data yang diambil hanya kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua tahun 2013. Pembobot yang digunakan untuk metode *Spatial Pattern Analysis* adalah *Queen Contiguity*. Pembobot yang digunakan untuk metode *Geographically Weighted Regression* adalah fungsi kernel gaussian.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Statistika Deskriptif**

Statistika deskriptif adalah suatu metode analisis yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian data yang biasanya disajikan dalam bentuk tabel, grafik, nilai pemusatan, dan atau nilai penyebaran. Statistika deskriptif sering disebut sebagai statistika deduktif karena kesimpulan analisis yang diambil dengan metode ini adalah kesimpulan yang bersifat deduktif bukan induktif atau inferensi (Walpole, 1995).

#### **2.2 *Spatial Pattern***

*Spatial Pattern* atau pola spasial adalah sesuatu yang menunjukkan penempatan atau susunan benda-benda di permukaan bumi. Setiap perubahan *spatial pattern* akan mengilustrasikan proses spasial yang ditunjukkan oleh faktor lingkungan atau budaya. *Spatial Pattern* suatu obyek geografis merupakan hasil dari proses fisik atau sosial suatu lokasi di permukaan bumi. *Spatial Pattern* menjadi suatu konsep statistik ketika pola tersebut menunjukkan bagaimana objek geografis terdistribusi pada suatu waktu tertentu. *Spatial Pattern* menjelaskan bagaimana fenomena geografis terdistribusi dan bagaimana perbandingannya dengan fenomena lainnya. Dalam hal ini, statistik spasial merupakan alat yang banyak digunakan untuk mendeskripsikan dan menganalisis bagaimana objek geografis terjadi dan berubah di suatu lokasi. Selain itu juga dapat membandingkan pola objek di suatu lokasi dengan pola objek yang ditemukan di lokasi lain (Lee dan Wong, 2001).

Autokorelasi spasial adalah korelasi variabel dengan dirinya sendiri berdasarkan letak geografis (Lee dan Wong, 2001). Setiap data spasial memiliki karakteristik berupa jarak, panjang, dan kelembaman dimana akan berkorelasi dengan dirinya sendiri (O'Sullivan dan Unwin, 2010).

### 2.2.1 Matrik Pembobot Spasial

Terdapat beberapa metode dalam menentukan matrik pembobot spasial. Salah satu metode tersebut adalah *Queen Contiguity* (persinggungan sisi-sudut). Matrik pembobot ( $w_{ij}$ ) berukuran  $n \times n$ , dimana setiap elemen matrik menggambarkan ukuran kedekatan antara pengamatan  $i$  dan  $j$ . Matrik pembobot spasial adalah sebagai berikut (O'Sullivan dan Unwin, 2010).

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \cdots & w_{nn} \end{bmatrix}$$

Perhitungan matrik pembobot menurut Lee dan Wong (2001) menggunakan metode *Queen Contiguity* diilustrasikan pada Gambar 2.1.

	1	2	3	
	4	5	6	
	7	8	9	

**Gambar 2.1** Ilustrasi Metode *Queen Contiguity*

Gambar 2.1 mengilustrasikan sembilan daerah sebagai pengamatannya. Elemen matrik didefinisikan 1 apabila wilayah bersisian (*common side*) atau titik sudutnya (*common vertex*) bertemu dengan daerah yang menjadi perhatian. Daerah lainnya didefinisikan elemen matrik bernilai 0. Misal untuk wilayah 5 didapatkan  $w_{51} = w_{52} = w_{53} = w_{54} = w_{56} = w_{57} = w_{58} = w_{59} = 1$  dan yang lain bernilai 0. Sedangkan untuk wilayah 9 didapatkan  $w_{95} = w_{96} = w_{98} = 1$  dan yang lain bernilai 0. Matrik  $w_{ij}$  tersebut berukuran  $9 \times 9$ . Matrik pembobot yang terbentuk berdasarkan Gambar 2.1 adalah sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

### 2.2.2 Moran's I

Koefisien Moran's I merupakan pengembangan dari korelasi Pearson pada data *univariate series*. Korelasi Pearson ( $r$ ) antara variabel  $x$  dan variabel  $y$  dengan data sebanyak  $n$  dirumuskan sebagai berikut (Paradis, 2009).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.1)$$

dimana  $\bar{x}$  dan  $\bar{y}$  pada Persamaan (2.1) merupakan rata-rata sampel variabel  $x$  dan  $y$ .  $r$  mengukur apakah variabel  $x$  dan  $y$  saling berkorelasi. Moran's I mengukur korelasi dalam satu variabel misal  $y$  ( $y_i$  dan  $y_j$ ) dimana  $i \neq j, i=1,2,\dots,n$  dan  $j=1,2,\dots,n$  dengan data sebanyak  $n$ . Rumus Moran's I adalah sebagai berikut.

$$\hat{I} = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2.2)$$

dengan,

$\bar{y}$  = Rata-rata variabel  $y$

$w_{ij}$  = Elemen matrik pembobot

$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$  = Jumlahan elemen matrik pembobot

Nilai Indeks I berkisar antara -1 dan 1. Identifikasi pola menggunakan kriteria nilai indeks I, jika

$\hat{I} > \hat{I}_0$  maka pola mengelompok (cluster)

$\hat{I} < \hat{I}_0$  maka pola menyebar

Uji hipotesis parameter I adalah sebagai berikut.

$H_0 : I = 0$  (Tidak ada autokorelasi spasial/dependensi spasial)

$H_1 : I \neq 0$  (Ada autokorelasi spasial/dependensi spasial)

Statistik uji dari indeks Moran's I diturunkan dalam bentuk statistik peubah acak normal baku. Hal ini didasarkan pada teori Dalil Limit Pusat dimana untuk  $n$  yang besar dan ragam diketahui maka  $Z_I$  akan menyebar normal baku sebagai berikut.

$$Z_I = \frac{\hat{I} - E(\hat{I})}{\sqrt{\text{Var}(\hat{I})}} \quad (2.3)$$

dengan,

$\hat{I}$  = indeks Moran's I

$Z_I$  = nilai statistik uji indeks Moran's I

$E(\hat{I})$  = nilai ekspektasi indeks Moran's I

$\text{Var}(\hat{I})$  = nilai varians dari indeks Moran's I

$$\hat{I}_0 = E(\hat{I}) = \frac{-1}{n-1} \quad (2.4)$$

$$\text{Var}(\hat{I}) = \frac{n \{ (n^2 - 3n + 3) S_1 - n S_2 + 3 S_0^2 \}}{(n-1)(n-2)(n-3) S_0^2} - \frac{k \{ n(n-1) S_1 - 2n S_2 + 6 S_0^2 \}}{(n-1)(n-2)(n-3) S_0^2} - \frac{1}{(n-1)^2} \quad (2.5)$$

dengan,

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

$$S_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_{ij} + w_{ji})^2}{2}$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^n (w_{i.} + w_{.i})^2$$

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^4}{\left( \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right)^2}$$

Daerah penolakan : Tolak  $H_0$  jika nilai  $|Z_I| > Z_{\alpha/2}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$ . Apabila  $\hat{I} > \hat{I}_0$  maka data memiliki autokorelasi positif. Apabila  $\hat{I} < \hat{I}_0$  maka data memiliki autokorelasi negatif (Lee dan Wong, 2001).

### 2.2.3 *Local Indicator of Spatial Autocorrelation (LISA)*

LISA mengidentifikasi bagaimana hubungan antara suatu lokasi pengamatan terhadap lokasi pengamatan lainnya. LISA harus memenuhi dua syarat yaitu nilai LISA untuk setiap pengamatan memberikan indikasi sejauh mana pengelompokan spasial yang signifikan dari nilai-nilai yang sama dan jumlah LISA untuk semua pengamatan sebanding dengan gabungan keseluruhan spasial (Anselin, 1995). Indeks LISA adalah sebagai berikut (Lee dan Wong, 2001).

$$\hat{I}_i = Z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} Z_j \quad (2.6)$$

$Z_i$  dan  $Z_j$  pada Persamaan (2.6) merupakan deviasi dari nilai rata-rata dengan rumus  $Z_i = \frac{(y_i - \bar{y})}{s}$  dimana  $s$  adalah nilai standar deviasi dari  $y_i$ .

Uji hipotesis parameter LISA adalah sebagai berikut.

$H_0$  : Tidak ada autokorelasi antar lokasi

$H_1$  : Ada autokorelasi antar lokasi

Statistik uji :

$$Z_{I_i} = \frac{\hat{I}_i - E(\hat{I}_i)}{\sqrt{\text{Var}(\hat{I}_i)}} \quad (2.7)$$

dengan,

$\hat{I}_i$  = indeks LISA

$Z_{I_i}$  = nilai statistik uji indeks LISA

$E(\hat{I}_i)$  = nilai ekspektasi indeks LISA

$\text{Var}(\hat{I}_i)$  = nilai varians dari indeks LISA

$$E(\hat{I}_i) = -\frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}}{n-1} \quad (2.8)$$

$$\text{Var}(\hat{I}_i) = w_i^{(2)} \frac{\left(n - \frac{m_4}{m_2}\right)}{(n-1)} - 2w_{i(kh)} \frac{(2m_4 / m_2^2 - n)}{(n-1)(n-2)} - \frac{w_j^2}{(n-1)^2} \quad (2.9)$$

dengan,

$$w_i^{(2)} = \sum_j w_{ij}^2, i \neq j$$

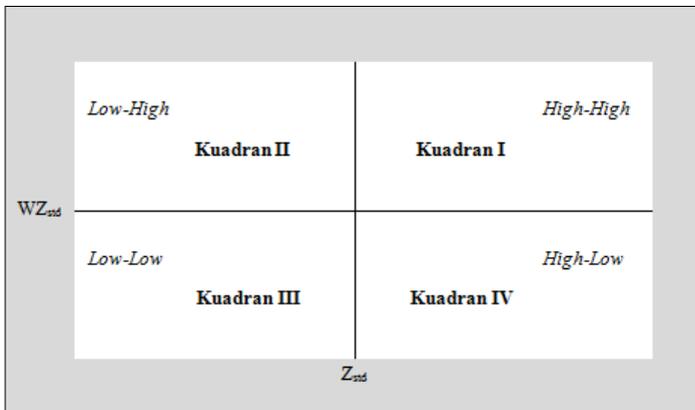
$$w_{i(kh)} = \sum_{k \neq i} \sum_{h \neq i} w_{ik} w_{ih}$$

$$w_i^2 = \left( \sum_j w_{ij} \right)^2$$

Daerah penolakan : Tolak  $H_0$ , jika  $|Z_{I_i}| > Z_{\alpha/2}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$ .

### 2.3 Moran's *Scatterplot*

Moran's *Scatterplot* menunjukkan hubungan antara nilai amatan pada suatu lokasi (distandarisasi) dengan rata-rata nilai amatan dari lokasi-lokasi yang bertetangga dengan lokasi yang bersangkutan (Lee dan Wong, 2001).



**Gambar 2.2** Moran's *Scatterplot*

Moran's *Scatterplot* pada Gambar 2.2 terdiri dari empat kuadran, yaitu kuadran I, II, III, dan IV. Lokasi yang banyak berada di kuadran I dan III cenderung memiliki autokorelasi positif. Sedangkan lokasi yang banyak berada di kuadran II dan IV cenderung memiliki autokorelasi negatif.

Kuadran I (*High-High*) menunjukkan suatu lokasi yang memiliki nilai amatan tinggi dikelilingi oleh lokasi yang memiliki nilai amatan tinggi. Kuadran II (*Low-High*) menunjukkan suatu lokasi yang memiliki nilai amatan rendah dikelilingi oleh lokasi yang memiliki nilai amatan tinggi. Kuadran III (*Low-Low*) menunjukkan suatu lokasi yang memiliki nilai amatan rendah dikelilingi oleh lokasi yang memiliki nilai amatan rendah. Kuadran IV (*High-Low*) menunjukkan suatu lokasi yang memiliki nilai amatan tinggi dikelilingi oleh lokasi yang memiliki nilai amatan rendah.

## 2.4 Peta Tematik

Barus dan Wiradisastra (2000) dalam Kartika (2007) menyatakan bahwa peta tematik adalah gambaran dari sebagian permukaan bumi yang dilengkapi dengan informasi tertentu, baik di atas maupun di bawah permukaan bumi yang mengandung tema tertentu. Peta tematik ini biasanya mencerminkan hal-hal yang khusus. Selain itu peta tematik merupakan peta yang memberikan suatu informasi mengenai tema tertentu, baik data kualitatif maupun data kuantitatif. Peta tematik sangat erat kaitannya dengan SIG (Sistem Informasi Geografis) karena pada umumnya output dari proyek SIG adalah berupa peta tematik. Baik yang berbentuk digital maupun masih berbentuk peta kertas. Ada banyak cara dalam menampilkan tema yang digambarkan melalui peta tematik, antara lain dengan warna, tekstur, *pie chart*, ataupun *bar chart*.

## 2.5 Multikolinieritas

Salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam pembentukan model regresi dengan beberapa variabel prediktor adalah tidak ada kasus multikolinieritas atau tidak terdapat korelasi antara satu variabel prediktor dengan variabel prediktor yang lain. Dalam model regresi, adanya korelasi antar variabel prediktor menyebabkan taksiran parameter regresi yang dihasilkan akan memiliki error yang sangat besar. Pendeteksian kasus multikolinieritas dilakukan menggunakan kriteria nilai VIF. Jika nilai VIF (*Variance Inflation Factor*) lebih besar dari 10 menunjukkan adanya multikolinieritas antar variabel prediktor. Nilai VIF dinyatakan sebagai berikut (Hocking, 1996).

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (2.10)$$

dengan  $R_j^2$  adalah koefisien determinasi antara satu variabel prediktor ( $X_j$ ) dengan variabel prediktor lainnya. Solusi untuk mengatasi adanya kasus multikolinieritas yaitu dengan cara mengeluarkan variabel prediktor yang tidak signifikan dari dalam model satu per satu dimulai dari variabel prediktor yang memiliki

nilai VIF terbesar dan meregresikan kembali variabel-variabel prediktor yang signifikan.

## 2.6 Model Regresi Linier

Metode regresi adalah metode yang digunakan untuk menyatakan pola hubungan antara satu variabel respon dengan satu atau lebih variabel prediktor. Model regresi global biasanya didefinisikan untuk model regresi linier berganda, yaitu jika variabel prediktor berjumlah lebih dari satu. Model persamaan regresi untuk pengamatan sebanyak  $n$  dengan variabel prediktor ( $x$ ) sebanyak  $p$  maka dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut (Fotheringham, Brunson, dan Charlton, 2002).

$$y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \quad (2.11)$$

dengan,

$y_i$  = nilai observasi variabel respon pada pengamatan ke- $i$ ,  
 $i = 1, 2, \dots, n$

$x_{ik}$  = nilai observasi variabel prediktor ke- $k$  pada pengamatan ke- $i$

$\beta_0$  = intersep model regresi

$\beta_k$  = koefisien regresi variabel prediktor ke- $k$ ,  $k = 1, 2, \dots, p$

$\varepsilon_i$  = error pengamatan ke- $i$  dengan asumsi identik, independen,  
 dan berdistribusi normal dengan mean nol dan varians konstan  
 $(\varepsilon_i \sim IIDN(0, \sigma^2))$

Pada model ini, hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon dianggap konstan pada setiap lokasi geografis. Persamaan (2.11) dapat dinotasikan dalam bentuk matrik sebagai berikut (Draper dan Smith, 1998).

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.12)$$

dengan,

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix}, \boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix}, \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

### 2.6.1 Penaksiran Parameter Regresi Linier

Pendugaan parameter model regresi dilakukan menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Metode OLS digunakan untuk meminimumkan jumlah kuadrat error. Pendugaan parameter model didapatkan dari persamaan sebagai berikut (Draper dan Smith, 1998).

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{y} \quad (2.13)$$

$\mathbf{y}$  adalah vektor observasi variabel respon berukuran  $n \times 1$ ,  $\mathbf{X}$  adalah matriks variabel prediktor berukuran  $(n \times (p+1))$  dan  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$  adalah vektor parameter yang ditaksir berukuran  $((p+1) \times 1)$ .

### 2.6.2 Uji Signifikansi Parameter Regresi Linier

Setelah melakukan estimasi parameter, selanjutnya dilakukan uji signifikansi parameter ( $\beta$ ) pada model regresi linier secara serentak maupun parsial. Uji parameter model regresi linier bertujuan untuk mengetahui variabel prediktor mana yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon dan juga untuk mengetahui kelayakan parameter dalam menjelaskan model. Berikut uji signifikansi parameter pada model regresi linier.

#### 1) Uji Serentak

Uji parameter secara serentak merupakan uji secara bersama semua parameter dalam model regresi yang bertujuan untuk mengetahui signifikansi parameter  $\beta$  terhadap variabel respon secara serentak dengan menggunakan analisis varians dan nilai  $F_{\text{hit}}$  sebagai statistik uji. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut.

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

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

Statistik Uji :

$$F_{hit} = \frac{MSR}{MSE} \quad (2.14)$$

dimana  $MSR$  merupakan *means square regression* dan  $MSE$  merupakan *means square error*. Pengujian signifikansi secara serentak didapatkan dari tabel analisis varians dalam Tabel 2.1 sebagai berikut.

**Tabel 2.1** *Analysis of Varians* Model Regresi Linier

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Rata-rata Kuadrat	F-Hitung
Regresi	$p$	$SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	$MSR = \frac{SSR}{p}$	
Error	$n - p - 1$	$SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	$MSE = \frac{SSE}{n - p - 1}$	$F_{hit} = \frac{MSR}{MSE}$
Total	$n - 1$	$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$		

Daerah penolakan : Tolak  $H_0$ , jika  $F_{hit} > F_{(\alpha, p, n-p-1)}$  atau jika  $p\text{-value} < \alpha$ .

## 2) Uji Parsial

Uji parameter secara parsial (individu) merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui signifikansi parameter  $\beta$  terhadap respon menggunakan statistik uji t. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k = 0$$

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

Statistik Uji :

$$t_{hit} = \frac{\hat{\beta}_k}{SE(\hat{\beta}_k)} \quad (2.15)$$

dimana  $SE(\hat{\beta}_k) = s\sqrt{g_{kk}}$  adalah standar error dari koefisien  $\hat{\beta}_k$ . Sedangkan  $g_{kk}$  adalah elemen diagonal ke- $k$  dari matriks  $(\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}$  dan  $s = \sqrt{MSE}$ .

Daerah penolakan : Tolak  $H_0$  jika  $|t_{hit}| > t_{(\alpha/2; n-p-1)}$  atau jika  $p\text{-value} < \alpha$ .

### 2.6.3 Pemeriksaan Asumsi Residual Regresi Linier

Pemeriksaan asumsi dilakukan untuk menguji asumsi-asumsi yang ada dalam pemodelan regresi linier berganda. Diasumsikan  $\varepsilon_i \sim IIDN(0, \sigma^2)$  yaitu error identik, independen, dan berdistribusi normal.

#### a. Uji Identik untuk Asumsi Residual

Identik berarti varians residual bersifat homoskedastisitas atau tidak terjadi kasus heteroskedastisitas, dimana asumsi heteroskedastisitas merupakan asumsi residual dari model regresi yang memiliki varians tidak konstan. Cara mengidentifikasi adanya kasus heteroskedastisitas adalah dengan membuat model regresi antara residual dan variabel prediktornya. Apabila terdapat variabel prediktor yang signifikan terhadap model maka dikatakan bahwa residual tersebut tidak identik atau terjadi kasus heteroskedastisitas. Salah satu uji yang digunakan adalah uji Glejser dengan hipotesis sebagai berikut (Gujarati, 2004).

$H_0$  : Tidak terjadi heteroskedastisitas

$H_1$  : Terjadi heteroskedastisitas

Uji ini dilakukan dengan cara meregresikan absolute residual dengan variabel prediktor, jika ada variabel prediktor yang signifikan maka varians residual cenderung tidak homogen.

#### b. Uji Independen untuk Asumsi Residual

Uji residual independen juga dikenal dengan uji autokorelasi residual. Uji ini digunakan untuk mengetahui adanya hubungan antar residual atau residual tidak saling independen.

Salah satu pengujian yang digunakan untuk mendeteksi kasus autokorelasi adalah uji *Durbin-Watson* dengan hipotesis sebagai berikut (Draper dan Smith, 1998).

$H_0 : \rho = 0$  (residual independen)

$H_1 : \rho \neq 0$  (residual tidak independen)

Statistik uji *Durbin-Watson* :

$$d_{hit} = \frac{\sum_{i=2}^n (\hat{\varepsilon}_i - \hat{\varepsilon}_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \hat{\varepsilon}_i^2} \quad (2.16)$$

Dimana  $\hat{\varepsilon}_i$  merupakan residual ke- $i$  ,  $\hat{\varepsilon}_{i-1}$  merupakan residual pengamatan sebelumnya atau pengamatan ke  $i-1$ . Pengambilan keputusan dilakukan dengan membandingkan statistik uji *Durbin-Watson* dengan nilai  $d_U$  (nilai batas bawah dari tabel *Durbin-Watson*) dan nilai  $d_L$  (nilai batas atas dari tabel *Durbin-Watson*), jika tingkat signifikansi adalah  $\alpha$  maka aturan pengambilan keputusan adalah sebagai berikut.

$0 < d < d_L$  : tolak  $H_0$

$(4 - d_L) < d < 4$  : tolak  $H_0$

$d_U < d < (4 - d_U)$  : gagal tolak  $H_0$

### c. Uji Distribusi Normal untuk Asumsi Residual

Asumsi residual berdistribusi normal dapat diidentifikasi dengan uji Kolmogorov Smirnov atau melakukan pemeriksaan dengan grafik, pemeriksaan normalitas dengan PP-plot. Asumsi normalitas terpenuhi ketika pencaran data residual berada di sekitar garis lurus pada PP-plot. Hipotesis uji Kolmogorov Smirnov adalah sebagai berikut.

$H_0$  : Residual berdistribusi normal

$H_1$  : Residual tidak berdistribusi normal

Statistik Uji :

$$D = \text{Sup}_x |F_n(x) - F_0(x)| \quad (2.17)$$

$F_n(x)$  adalah nilai distribusi kumulatif residual,  $F_0(x)$  adalah nilai distribusi kumulatif di bawah  $H_0$  untuk distribusi normal  $P(Z < Z_i)$ . Tolak  $H_0$  jika nilai  $> D_\alpha$ , dimana  $D_\alpha$  adalah nilai kritis untuk uji Kolmogorov Smirnov satu sampel yang didapat dari tabel Kolmogorov Smirnov satu sampel. Apabila  $p\text{-value} > \alpha$  maka diputuskan gagal tolak  $H_0$  yang berarti residual tersebut berdistribusi normal (Daniel, 1989).

## 2.7 Uji Aspek Spasial dari Data

Sebelum melakukan analisis dengan *Geographically Weighted Regression*, maka terlebih dahulu melakukan uji aspek spasial dari data. Uji aspek spasial terdiri dari dua pengujian, yaitu uji dependensi spasial dan uji heterogenitas spasial sebagai berikut.

### 2.7.1 Uji Dependensi Spasial

Uji dependensi spasial dilakukan untuk melihat apakah pengamatan di suatu lokasi berpengaruh terhadap pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Pengujian dependensi spasial dilakukan dengan uji Moran's I seperti pada Persamaan (2.3). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut (Lee dan Wong, 2001).

### 2.7.2 Uji Heterogenitas Spasial

Uji heterogenitas spasial dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat karakteristik atau keunikan sendiri di setiap lokasi pengamatan. Adanya heterogenitas spasial dapat menghasilkan parameter regresi yang berbeda-beda di setiap lokasi pengamatan. Heterogenitas spasial diuji menggunakan statistik uji *Breusch-Pagan* dengan hipotesis sebagai berikut (Anselin, 1988).

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2 \text{ (homoskedastisitas)}$$

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

Statistik uji :

$$BP = \left( \frac{1}{2} \right) \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} \quad (2.18)$$

dengan,

$$\text{elemen vektor } \mathbf{f} \text{ adalah } f_i = \left( \frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1 \right)$$

$e_i = y_i - \hat{y}_i$  adalah *least square* residual untuk pengamatan ke- $i$

$\mathbf{Z}$  merupakan matriks berukuran  $(n \times (p+1))$  berisi vektor yang sudah di normal standarkan untuk tiap pengamatan.

Daerah penolakan : Tolak  $H_0$  jika  $BP > \chi_p^2$  atau jika  $p\text{-value} < \alpha$  dengan  $p$  adalah banyaknya prediktor, artinya terjadi heteroskedastisitas dalam model (varians antar lokasi berbeda).

## 2.8 Geographically Weighted Regression

Regresi berbobot geografis-*Geographically Weighted Regression* (GWR) merupakan model yang dikembangkan oleh Fotheringham, Brunson, dan Charlton (2002) untuk variabel respon yang bersifat kontinu. Model GWR adalah pengembangan dari model regresi dimana setiap parameter dihitung pada setiap titik lokasi, sehingga setiap titik lokasi geografis mempunyai nilai parameter regresi yang berbeda-beda (Yasin, 2011). Pada model ini merupakan model regresi linier lokal yang menghasilkan penaksir parameter model yang bersifat lokal untuk setiap titik atau lokasi dimana data tersebut diamati. Model GWR dapat dirumuskan sebagai berikut (Fotheringham, Brunson, dan Charlton, 2002).

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i ; i = 1, 2, \dots, n \quad (2.19)$$

dengan,

- $y_i$  : nilai observasi variabel respon untuk lokasi ke- $i$
- $x_{ik}$  : nilai observasi variabel prediktor ke- $k$  pada lokasi pengamatan ke- $i$ ,  $k = 1, 2, \dots, p$
- $\beta_0(u_i, v_i)$  : intersep model regresi GWR
- $\beta_k(u_i, v_i)$  : koefisien regresi variabel prediktor ke- $k$  pada lokasi pengamatan ke- $i$
- $(u_i, v_i)$  : koordinat letak geografis (lintang, bujur) dari lokasi pengamatan ke- $i$
- $\varepsilon_i$  : error pengamatan ke- $i$  yang diasumsikan identik, independen, dan berdistribusi normal dengan mean nol dan varians konstan  $\sigma^2$

Parameter model GWR berbeda-beda pada setiap lokasi, hal ini berbeda dengan regresi global yang nilai parameter modelnya konstan.

### 2.8.1 Penentuan *Bandwidth* dan Pembobot Optimum

Estimasi parameter di suatu titik  $(u_i, v_i)$  akan lebih dipengaruhi oleh titik-titik yang dekat dengan lokasi  $(u_i, v_i)$  daripada titik-titik yang lebih jauh. Pemilihan pembobot spasial digunakan untuk menentukan besarnya pembobot masing-masing lokasi yang berbeda. Peran pembobot spasial sangat penting karena nilai pembobot ini mewakili letak data observasi satu dengan yang lainnya. Lokasi yang dekat dengan lokasi yang diamati diberi pembobot besar, sedangkan yang jauh diberi pembobot kecil (Lee dan Wong, 2001). Fungsi kernel digunakan untuk mengestimasi parameter dalam model GWR jika fungsi jarak  $(w_{ij})$  adalah fungsi yang kontinu dan monoton turun (Chasco, Garcia, dan Vicens, 2007). Proses penaksiran parameter model GWR di suatu titik  $(u_i, v_i)$  membutuhkan pembobot spasial dimana pembobot yang digunakan adalah fungsi kernel gaussian sebagai berikut.

$$w_j(u_i, v_i) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right) \quad (2.20)$$

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

Euclidean antara lokasi  $(u_i, v_i)$  ke lokasi  $(u_j, v_j)$  dan  $b$  adalah nilai parameter penghalus *bandwidth* (Yasin, 2011). *Bandwidth* merupakan radius suatu lingkaran dimana titik yang berada dalam radius lingkaran masih dianggap berpengaruh dalam bentuk membentuk parameter model lokasi  $i$ . Nilai *bandwidth* yang sangat kecil akan menyebabkan varians menjadi semakin besar. Hal itu dikarenakan jika *bandwidth* sangat kecil maka akan semakin sedikit pengamatan yang berada dalam radius  $b$ , sehingga model yang diperoleh akan sangat kasar (*under smoothing*) karena hasil estimasi menggunakan sedikit pengamatan. Sebaliknya, jika nilai *bandwidth* semakin besar maka dapat menimbulkan bias yang semakin besar. Jika *bandwidth* sangat besar maka akan semakin banyak pengamatan yang berada dalam radius  $b$ , sehingga model yang diperoleh akan terlampaui halus (*over smoothing*) karena hasil estimasi menggunakan banyak pengamatan. Berdasarkan Mertha (2008) dalam Hidayah (2014) menyatakan bahwa *bandwidth* merupakan jarak terjauh suatu titik dengan radius  $b$  dari titik pusat lokasi yang digunakan sebagai dasar menentukan bobot setiap pengamatan terhadap model regresi pada lokasi tersebut. Pemilihan *bandwidth* optimum menjadi sangat penting karena akan mempengaruhi ketepatan model terhadap data, yaitu mengatur varians dan bias dari model. Metode yang digunakan untuk menentukan *bandwidth* optimum adalah menggunakan metode *Cross Validation* atau *CV* yang dirumuskan sebagai berikut (Fotheringham, Brunson, dan Charlton, 2002).

$$CV(b) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{-i}(b))^2 \quad (2.21)$$

dimana,

$\hat{y}_{\neq i}(b)$  : nilai estimasi  $y_i$  dimana lokasi ke- $(u_i, v_i)$  tidak dimasukkan dari proses estimasi

$n$  : jumlah sampel

Untuk mendapatkan nilai  $b$  yang optimum maka diperoleh dari  $b$  yang menghasilkan nilai  $CV$  yang minimum.

### 2.8.2 Penaksiran Parameter Model GWR

Estimasi parameter model GWR menggunakan metode *Weighted Least Square* (WLS) yaitu dengan memberikan pembobot yang berbeda pada tiap lokasi dimana data diamati. Misalkan pembobot untuk lokasi  $(u_i, v_i)$  adalah  $w_j(u_i, v_i)$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$  maka parameter pada lokasi pengamatan  $(u_i, v_i)$  diestimasi dengan menambahkan unsur pembobot  $w_j(u_i, v_i)$  pada persamaan (2.19) dan kemudian meminimumkan jumlah kuadrat error sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$\sum_{j=1}^n w_j(u_i, v_i) \varepsilon_j^2 = \sum_{j=1}^n w_j(u_i, v_i) \left[ y_j - \beta_0(u_i, v_i) - \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{jk} \right]^2$$

Sehingga penaksiran parameter dengan metode WLS didapatkan dari persamaan dalam bentuk matriks sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\varepsilon}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \boldsymbol{\varepsilon} &= [\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)]^T \mathbf{W}(u_i, v_i) [\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)] \\ \boldsymbol{\varepsilon}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \boldsymbol{\varepsilon} &= \mathbf{y}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} - \mathbf{y}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) \\ &\quad - \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i) \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} \\ &\quad + \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i) \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) \\ \boldsymbol{\varepsilon}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \boldsymbol{\varepsilon} &= \mathbf{y}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} - 2(\boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i) \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y}) \\ &\quad + \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i) \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) \end{aligned} \quad (2.22)$$

Karena  $\boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i) \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} = \mathbf{y}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)$

Maka Persamaan (2.22) menjadi,

$$\begin{aligned}\boldsymbol{\varepsilon}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \boldsymbol{\varepsilon} &= \mathbf{y}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} - 2\boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i) \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} \\ &\quad + \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i) \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)\end{aligned}$$

Jika Persamaan (2.22) didiferensialkan terhadap matriks  $\boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i)$  dan hasilnya disamakan dengan nol maka diperoleh penyelesaian sebagai berikut.

$$-2\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} + 2\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) = 0$$

$$-2\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} = -2\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)$$

$$\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) = \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y}$$

$$\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y}$$

Estimasi parameter model GWR pada Persamaan (2.19) untuk setiap lokasinya adalah

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i, v_i) = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} \quad (2.23)$$

Jika terdapat  $n$  lokasi sampel maka estimasi ini merupakan estimasi setiap baris dari matriks lokal parameter seluruh lokasi dan matriksnya adalah sebagai berikut.

$$\boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0(u_1, v_1) & \beta_1(u_1, v_1) & \beta_2(u_1, v_1) & \cdots & \beta_p(u_1, v_1) \\ \beta_0(u_2, v_2) & \beta_1(u_2, v_2) & \beta_2(u_2, v_2) & \cdots & \beta_p(u_2, v_2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_0(u_n, v_n) & \beta_1(u_n, v_n) & \beta_2(u_n, v_n) & \cdots & \beta_p(u_n, v_n) \end{bmatrix}$$

Matriks pembobotnya merupakan matriks diagonal yang menunjukkan pembobot yang bervariasi dari setiap prediksi parameter pada lokasi  $i$  yang diformulasikan sebagai berikut.

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

### 2.8.3 Uji Hipotesis Model GWR

Uji hipotesis model GWR ada 2 macam, antara lain adalah sebagai berikut.

#### a. Uji Kesesuaian Model GWR

Uji kesesuaian model (*goodness of fit*) dilakukan dengan menguji kesesuaian dan koefisien parameter secara serentak, yaitu dengan mengkombinasikan uji regresi linier dengan model untuk data spasial. Pengujian kesesuaian model ini bertujuan untuk menjelaskan apakah model GWR dapat menjelaskan lebih baik dibandingkan model regresi linier atau tidak. Pengujian kesesuaian model GWR dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut.

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

(tidak ada perbedaan signifikan antara model regresi global dan model GWR)

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

(ada perbedaan signifikan antara model regresi global dan model GWR)

Statistik uji didapatkan dengan cara menurunkan rumus SSE (*Sum Square Error*) dibawah  $H_0$  dan  $H_1$ . Dibawah  $H_0$  berarti sama saja dengan menurunkan SSE untuk regresi global. Persamaan SSE untuk regresi global adalah sebagai berikut.

$$SSE(H_0) = \hat{\boldsymbol{\varepsilon}}^T \hat{\boldsymbol{\varepsilon}} = (\mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}})^T (\mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}}) = \mathbf{y}^T (\mathbf{I} - \mathbf{H}) \mathbf{y} \quad (2.24)$$

dengan  $\mathbf{H} = \mathbf{X}(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T$  yang bersifat idempotent. Matrik idempotent adalah matriks bujur sangkar dimana berlaku  $A^2 = A$  atau  $A^n = A$  untuk suatu  $n$ .

Penurunan rumus untuk mendapatkan  $SSE(H_1)$  dengan dimisalkan  $\mathbf{x}_i^T = (1, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})$  adalah baris ke- $i$  dari matriks  $\mathbf{X}$  maka diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \hat{y}_i &= \mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i, v_i) \\ &= \mathbf{x}_i^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} \end{aligned} \quad (2.25)$$

dimana  $\mathbf{x}_i^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y}$  disebut sebagai matriks proyeksi yaitu matriks yang memproyeksikan nilai  $\mathbf{y}$  menjadi  $\hat{\mathbf{y}}$  pada lokasi  $(u_i, v_i)$ . Misalkan  $\hat{\mathbf{y}} = (\hat{\mathbf{y}}_1, \hat{\mathbf{y}}_2, \dots, \hat{\mathbf{y}}_n)^T$  dan  $\hat{\boldsymbol{\varepsilon}} = (\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}_1, \hat{\boldsymbol{\varepsilon}}_2, \dots, \hat{\boldsymbol{\varepsilon}}_n)^T$  adalah vektor penaksiran nilai  $\mathbf{y}$  dan vektor error lokasi  $(u_i, v_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , maka persamaan (2.25) dapat ditulis kembali dalam bentuk  $\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{L}\mathbf{y}$  sedangkan penaksir vektor errornya adalah  $\hat{\boldsymbol{\varepsilon}} = \mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}} = (\mathbf{I} - \mathbf{L})\mathbf{y}$  dengan,

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

$\mathbf{L}$  adalah matriks berukuran  $n \times n$  dan  $\mathbf{I}$  adalah matriks identitas berukuran  $n \times n$ .

$$R_0 = (\mathbf{I} - \mathbf{H})^T (\mathbf{I} - \mathbf{H})$$

$$R_1 = (\mathbf{I} - \mathbf{L})^T (\mathbf{I} - \mathbf{L})$$

Nilai estimasi SSE dari model GWR diperoleh dengan mengkuadratkan vektor errornya yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} SSE(H_1) &= \hat{\boldsymbol{\varepsilon}}^T \hat{\boldsymbol{\varepsilon}} = (\mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}})^T (\mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}}) \\ &= ((\mathbf{I} - \mathbf{L})\mathbf{y})^T (\mathbf{I} - \mathbf{L})\mathbf{y} = \mathbf{y}^T (\mathbf{I} - \mathbf{L})^T (\mathbf{I} - \mathbf{L})\mathbf{y} \end{aligned} \quad (2.26)$$

Jika hipotesis null ( $H_0$ ) adalah benar berdasarkan data yang diberikan, maka nilai  $SSE(H_0)$  akan sama dengan nilai  $SSE(H_1)$ . Akibatnya ukuran  $SSE(H_1)/SSE(H_0)$  akan mendekati 1, sebaliknya jika  $H_0$  tidak benar maka nilainya cenderung mengecil (Leung et.al,2000 dalam Sugiyanto,2008). Berikut merupakan statistik uji dari kesesuaian model GWR (Fotheringham, Brunson, dan Charlton, 2002).

$$F_{hitung} = \frac{\frac{(SSE(H_0) - SSE(H_1))}{v}}{\frac{SSE(H_1)}{\delta_1}} \quad (2.27)$$

menghasilkan nilai yang relatif kecil, maka dapat dikatakan bahwa hipotesis alternatif ( $H_1$ ) lebih cocok digunakan. Dengan kata lain model GWR mempunyai *goodness of fit* yang lebih baik daripada model regresi global. Tolak  $H_0$  jika  $F_{hitung} > F_{\alpha, df_1, df_2}$ , dengan  $v = tr(R_0 - R_1)$  dan  $\delta_1 = tr(R_1)$ , dimana derajat bebas yang digunakan adalah  $df_1 = \frac{v^2}{v^*}$  dan  $df_2 = \frac{\delta_1^2}{\delta_2}$  dengan  $v^* = tr[(R_0 - R_1)^2]$  dan  $\delta_2 = tr[(R_1)^2]$ .

#### b. Uji Signifikansi Parameter Model GWR

Uji signifikansi parameter model pada setiap lokasi dilakukan dengan menguji parameter secara parsial. Uji ini dilakukan untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon pada model GWR. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

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

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

Statistik uji :

$$T_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{\hat{\sigma} \sqrt{g_{kk}}} \quad (2.28)$$

Estimasi parameter  $\beta(u_i, v_i)$  akan mengikuti distribusi normal dengan rata-rata  $\beta(u_i, v_i)$  dan matriks varians kovarians  $\mathbf{G}\mathbf{G}^T\sigma^2$  dimana  $\mathbf{G} = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i)$  maka didapatkan

$\frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i) - \beta_k(u_i, v_i)}{\hat{\sigma} \sqrt{g_{kk}}} \sim N(0,1)$ , dengan  $g_{kk}$  adalah elemen

diagonal ke- $k$  dari matrik  $\mathbf{GG}^T$ . Statistik uji  $T$  berdistribusi  $t$

dengan  $df = \begin{bmatrix} \delta_1^2 \\ \delta_2 \end{bmatrix}$  dan  $\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{SSE_{GWR}}{\frac{\delta_1^2}{\delta_2}}}$  dengan tingkat

signifikansi  $\alpha$  dimana  $\delta_1 = tr(R_1)$  dan  $\delta_2 = tr[(R_1)^2]$ .

Daerah penolakan : Tolak  $H_0$ , jika  $|T_{hitung}| > t_{(\alpha/2; df)}$  atau jika  $p\text{-value} < \alpha$ .

## 2.9 Pemilihan Model Terbaik

Untuk mendapatkan model terbaik antara model regresi linier dan GWR maka dilakukan pemilihan model terbaik. Pemilihan model terbaik ini menggunakan kriteria AIC (*Akaike's Information Criterion*). AIC merupakan kriteria kesesuaian model dalam mengestimasi model secara statistik. Kriteria AIC biasanya digunakan apabila pembentukan model regresi bertujuan untuk mendapatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap model bukan untuk melakukan suatu prediksi.

Besarnya nilai AIC sejalan dengan nilai devians dari model. Semakin kecil nilai devians maka akan semakin kecil pula tingkat kesalahan yang dihasilkan model sehingga model yang diperoleh menjadi semakin tepat. Oleh karena itu, model terbaik adalah model dengan AIC terkecil. Nilai AIC dirumuskan sebagai berikut (Bozdogan, 2000).

$$AIC = 2n \ln(\hat{\sigma}) + n \ln(2\pi) + n + tr(\mathbf{S}) \quad (2.29)$$

## 2.10 Penyebaran Penyakit Malaria

Malaria adalah penyakit menular akibat infeksi parasit plasmodium yang ditularkan melalui gigitan nyamuk malaria yang bernama Anopheles. Nyamuk Anopheles penyebab penyakit

malaria ini banyak terdapat pada daerah dengan iklim sedang khususnya di benua Afrika dan India, termasuk juga di Indonesia. Gejala malaria mirip dengan gejala flu biasa. Penderita mengalami demam, menggigil, nyeri otot persendian, dan sakit kepala. Penderita juga mengalami mual, muntah, batuk, dan diare. Gejala khas malaria adalah siklus menggigil, demam dan berkeringat yang terjadi berulang-ulang. Pengulangan bisa berlangsung tiap hari, dua hari sekali, atau tiga hari sekali tergantung jenis malaria yang menginfeksi (Kementerian Kesehatan RI, 2014).

Malaria merupakan penyakit menular yang menjadi perhatian global. Penyakit ini merupakan masalah kesehatan masyarakat karena sering menimbulkan Kejadian Luar Biasa (KLB), berdampak luas terhadap kualitas hidup dan ekonomi, serta dapat mengakibatkan kematian. Insiden malaria di Indonesia tahun 2013 adalah 1,9%, menurun dibanding tahun 2007 (2,9%). Prevalensi malaria tahun 2013 adalah 6 persen. Lima provinsi dengan insiden dan prevalensi tertinggi adalah Papua (9,8% dan 28,6%), Nusa Tenggara Timur (6,8% dan 23,3%), Papua Barat (6,7% dan 19,4%), Sulawesi Tengah (5,1% dan 12,5%), dan Maluku (3,8% dan 10,7%). Dari 33 provinsi di Indonesia, 15 provinsi mempunyai prevalensi malaria diatas angka nasional, sebagian besar berada di Indonesia Timur (Kementerian Kesehatan RI, 2013).

Upaya penanggulangan penyakit malaria di Indonesia sejak tahun 2007 dapat dipantau dengan menggunakan indikator *Annual Parasite Incidence* (API). Hal ini sehubungan dengan kebijakan Kementerian Kesehatan mengenai penggunaan satu indikator untuk mengukur angka kejadian malaria, yaitu dengan *Annual Parasite Incidence* (API). Pada tahun 2007 kebijakan ini mensyaratkan bahwa setiap kasus malaria harus dibuktikan dengan hasil pemeriksaan sediaan darah dan semua kasus positif harus diobati dengan pengobatan kombinasi berbasis artemisinin atau ACT (*Artemisinin-based Combination Therapies*). Penyakit malaria masih ditemukan di seluruh provinsi di Indonesia. Berikut



Berdasarkan angka *Annual Parasite Incidence* (API) per provinsi, maka provinsi tertinggi berturut-turut merupakan Kawasan Timur Indonesia (KTI) yaitu Papua, Papua Barat, Nusa Tenggara Timur, Maluku, dan Maluku Utara.

### **2.11 Proses Penularan Penyakit Malaria**

Penularan parasit plasmodium kepada manusia adalah melalui nyamuk *Anopheles* betina. Ketika nyamuk menggigit seseorang yang terinfeksi malaria, nyamuk tersebut menyedot parasit yang disebut *gametocytes*. Parasit tersebut menyelesaikan siklus pertumbuhannya di dalam tubuh nyamuk dan kemudian merambat ke kelenjar ludah nyamuk. Pada saat menggigit manusia, nyamuk ini menyuntikkan parasit ke aliran darah menuju hati kemudian melipatgandakan diri (Kementerian Kesehatan RI, 2014).

### **2.12 Gambaran Umum Provinsi Papua**

Provinsi Papua merupakan provinsi yang terletak di wilayah paling timur Negara Kesatuan Republik Indonesia dengan letak astronomis adalah  $130^{\circ}$ - $141^{\circ}$  bujur timur dan  $2^{\circ}$ - $9^{\circ}$  lintang selatan. Letak geografisnya yaitu di sebelah utara berbatasan dengan Samudera Pasifik, sebelah selatan berbatasan dengan Laut Arafuru, sebelah barat berbatasan dengan Provinsi Papua Barat, dan sebelah timur berbatasan dengan Papua New Guinea. Luas wilayah Papua adalah  $317.062 \text{ km}^2$ , secara fisik Papua merupakan provinsi terluas di Indonesia, dengan luas daratan 21,9% dari total tanah seluruh Indonesia (Sekretariat Daerah Provinsi Papua, 2012).

Kabupaten Merauke merupakan daerah yang terluas yaitu 4.397 Ha atau 13,87% dari total luas Provinsi Papua. Sedangkan Kota Jayapura merupakan daerah terkecil tetapi apabila dibandingkan dengan kota se-Indonesia, maka Kota Jayapura merupakan kota yang terluas. Kabupaten Jayawijaya dengan ketinggian 2000 - 3000 meter diatas permukaan laut merupakan kota tertinggi dan terdingin di Papua. Sedangkan yang terendah

adalah kota Merauke dengan ketinggian 3.5 meter diatas permukaan laut (Sekretariat Daerah Provinsi Papua, 2012).

Keadaan topografi Papua bervariasi, mulai dari dataran rendah berawa sampai dataran tinggi yang dipadati dengan hutan hujan tropis, padang rumput, dan lembah dengan alang-alangnya . Papua merupakan provinsi terbesar di Indonesia, namun jumlah penduduknya adalah yang paling sedikit. Pada daerah Papua yang bervariasi topografinya terdapat ratusan kelompok etnik dengan budaya dan adat istiadat yang saling berbeda. Penduduk asli Papua terdiri dari beragam etnik dan mereka hidup secara berkelompok dalam unit-unit kecil, saling terpisah, dan memiliki adat, budaya, dan bahasa sendiri (Portal Nasional RI, 2010).

### **2.13 Hasil Penelitian Terdahulu**

Penelitian yang berkaitan dengan pemodelan penyakit malaria adalah Lestari (2014) dengan penelitian berjudul faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit malaria pada ibu hamil di Provinsi Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Maluku, Maluku Utara, Papua, dan Papua Barat. Penelitian tersebut menggunakan metode regresi logistik biner yang memberikan hasil bahwa rumah panggung, atap ijuk/rumbia, atap seng, dan lantai semen plesteran retak menjadi faktor yang secara signifikan mempengaruhi penyakit malaria pada ibu hamil. Susilowati (2013) meneliti malaria di Provinsi Maluku Utara, Maluku, Papua Barat, dan Papua dengan faktor yang mempengaruhinya menggunakan analisis regresi. Pemodelan dilakukan dengan metode regresi OLS dan regresi *robust* yang menghasilkan kesimpulan yang sama yaitu variabel yang berpengaruh adalah rumah tangga tidak memiliki saluran pembuangan air limbah dan rumah tangga mengakses air bersih. Wahyuni (2012) meneliti hubungan faktor lingkungan tempat tinggal dengan kejadian malaria pada balita di Indonesia. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa variabel yang berpengaruh dengan kejadian malaria adalah lingkungan tempat tinggal, wilayah tempat bermukim di perkotaan, faktor lingkungan kumuh pada balita yang pendidikan orang tuanya tinggi merupakan faktor

yang paling dominan. Ekayani (2011) meneliti faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya penyakit malaria di Provinsi Papua Barat menggunakan metode regresi logistik biner. Berdasarkan pemodelan tersebut terdapat pola hubungan yang signifikan antara variabel pekerjaan, saluran pembuangan limbah, tempat penampungan limbah, penggunaan kelambu, sarana penampungan air minum, pemanfaatan posyandu, dan pemanfaatan POD (Pos Obat Desa)/WOD (Warung Obat Desa).

Terdapat beberapa penelitian yang berkaitan dengan metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *Spatial Pattern Analysis*, antara lain Astuti (2014) dan Arrowiyah (2011). Berdasarkan penelitian Astuti (2014) yang berjudul *Spatial Pattern Analysis* Kejadian Serangan Hama Tikus, Penggerek Batang Padi, dan Penyakit *Xanthomonas Oryzae* di Kabupaten Bojonegoro, dapat diketahui persebaran pola kejadian serangan hama dan penyakit pada tanaman padi di kabupaten tersebut serta dapat mengetahui kecamatan yang rawan terhadap serangan hama dan penyakit. Sedangkan peneliti Arrowiyah (2011) meneliti mengenai *Spatial Pattern Analysis* kejadian penyakit demam berdarah *dengue* untuk informasi *early warning* bencana di Kota Surabaya. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa *Spatial Pattern Analysis* efektif memberikan informasi terkait penyebaran penyakit. Begitu pula milik Kartika (2007) mengidentifikasi pola sebaran penyakit DBD di Kota Bogor menggunakan *Spatial Pattern* dengan data kejadian DBD tahun 2005 yang menyimpulkan bahwa dengan *Spatial Pattern* angka DBD di Kota Bogor memiliki hubungan spasial.

Penelitian yang terkait dengan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) antara lain penelitian Hidayah (2014) yang berjudul Pemodelan Proporsi Kasus Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Bagian Atas pada Balita di Kabupaten Gresik dengan *Geographically Weighted Regression*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik dan model proporsi kasus penyakit ISPA di Kabupaten Gresik. Penelitian tersebut menyatakan bahwa model GWR lebih baik

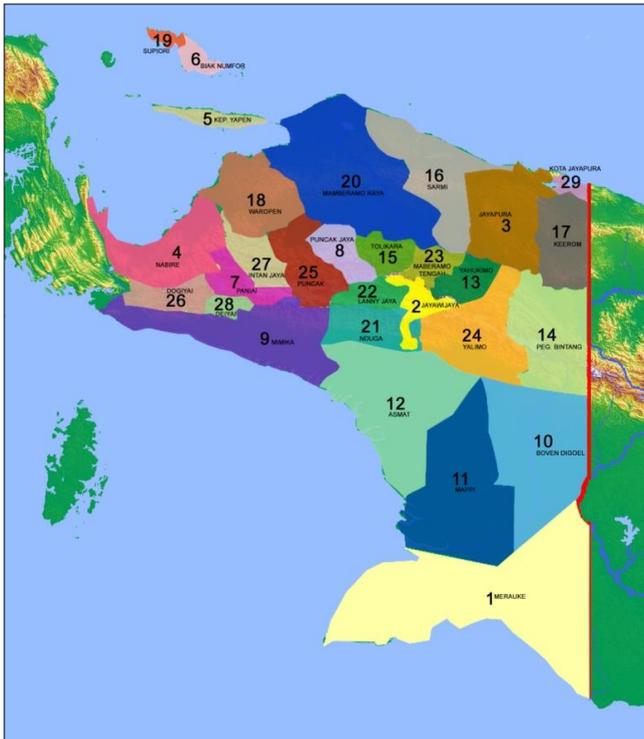
dari pada model regresi linier berganda karena memiliki nilai AIC minimum dan  $R^2$  yang maksimum. Dzikrina (2013) menyatakan bahwa *Geographically Weighted Regression* merupakan pengembangan dari regresi linier yang digunakan untuk menganalisis data spasial. Tujuan dari penelitiannya adalah mencari model terbaik untuk angka prevalensi penderita kusta di Jawa Timur. Pemilihan pembobot fungsi kernel yang terpilih dengan kriteria AIC terkecil adalah kernel Gaussian.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder mengenai penyakit malaria di Provinsi Papua pada tahun 2013 beserta variabel yang diduga mempengaruhinya yang diperoleh melalui Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013 berupa data publikasi. Unit penelitian ini adalah kabupaten/kota di Provinsi Papua yang terdiri dari 29 unit pengamatan yaitu 29 kabupaten/kota. Berikut merupakan peta administrasi Provinsi Papua yang tertera pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta Wilayah Administrasi Provinsi Papua

**Tabel 3.1** Keterangan Kabupaten/Kota di Provinsi Papua

<b>Nomer</b>	<b>Kabupaten/Kota</b>	<b>Nomer</b>	<b>Kabupaten/Kota</b>
1	Merauke	16	Sarmi
2	Jayawijaya	17	Keerom
3	Jayapura	18	Waropen
4	Nabire	19	Supiori
5	Kepulauan Yapen	20	Mamberamo Raya
6	Biak Numfor	21	Nduga
7	Paniai	22	Lanny Jaya
8	Puncak Jaya	23	Mamberamo Tengah
9	Mimika	24	Yalimo
10	Boven Digoel	25	Puncak
11	Mappi	26	Dogiyai
12	Asmat	27	Intan Jaya
13	Yahukimo	28	Deiyai
14	Pegunungan Bintang	29	Kota Jayapura
15	Tolikara		

### 3.2 Kerangka Konsep Penelitian

Kerangka konsep adalah kerangka hubungan antara konsep yang ingin diamati atau diukur yang menjelaskan bagaimana hubungan masalah dengan variabel lain yang diduga sebagai penyebab timbulnya masalah. Menurut Hendrik L Blum terdapat 4 faktor yang mempengaruhi status kesehatan masyarakat atau perorangan (Gambar 3.2). Faktor-faktor tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut (Ramadhan, 2012).

#### 1. Faktor Lingkungan

Lingkungan memiliki pengaruh dan peranan terbesar diikuti perilaku, pelayanan kesehatan, dan keturunan. Lingkungan sangat bervariasi, umumnya digolongkan menjadi dua kategori yaitu berhubungan dengan aspek fisik dan sosial. Lingkungan yang berhubungan dengan aspek fisik, antara lain sampah, air, udara, tanah, iklim, dan perumahan.

#### 2. Faktor Perilaku

Perilaku merupakan faktor kedua yang mempengaruhi kesehatan masyarakat karena sehat atau tidak sehatnya

lingkungan kesehatan individu, keluarga, dan masyarakat sangat bergantung pada perilaku manusia itu sendiri.

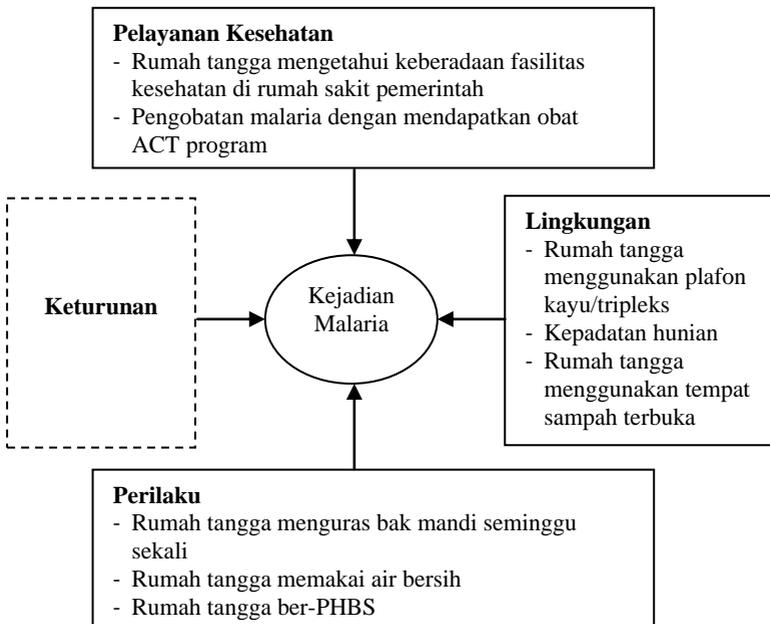
### 3. Faktor Pelayanan Kesehatan

Pelayanan kesehatan merupakan faktor ketiga yang mempengaruhi kesehatan masyarakat karena fasilitas kesehatan sangat menentukan dalam pelayanan pemulihan kesehatan, pencegahan penyakit, pengobatan, serta masyarakat yang memerlukan pelayanan kesehatan. Tenaga kesehatan pemberi pelayanan, informasi, dan motivasi masyarakat untuk mendatangi fasilitas dalam memperoleh pelayanan, serta program pelayanan kesehatan apakah sesuai dengan kebutuhan masyarakat.

### 4. Faktor Keturunan

Keturunan merupakan faktor yang telah ada dalam diri manusia yang dibawa sejak lahir.

Berdasarkan teori Blum (1976), kerangka konsep dalam penelitian ini mengacu pada teori tersebut sebagai berikut.



**Gambar 3.2** Kerangka Konsep Penelitian

### 3.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan 2 metode, yaitu *Spatial Pattern Analysis* dan *Geographically Weighted Regression*. Oleh karena itu, variabel penelitian dibedakan berdasarkan kedua metode tersebut. Berikut merupakan variabel penelitian berdasarkan metode yang digunakan dalam penelitian ini.

#### 3.3.1 Metode *Spatial Pattern*

Variabel penelitian yang digunakan dengan metode *Spatial Pattern Analysis* adalah prevalensi kejadian penyakit malaria di tiap kabupaten/kota di Provinsi Papua pada tahun 2013.

#### 3.3.2 Metode *Geographically Weighted Regression*

Variabel penelitian yang digunakan dengan metode *Geographically Weighted Regression* merupakan faktor lingkungan, kesehatan, dan perilaku rumah tangga yang diduga berpengaruh terhadap prevalensi kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua. Variabel penelitian tersebut terdiri dari variabel respon (Y) dan variabel prediktor (X). Berikut merupakan identifikasi dari variabel penelitian yang tertera pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Variabel Penelitian

Variabel	Definisi Operasional
Y	Prevalensi kejadian penyakit malaria di tiap kabupaten/kota di Provinsi Papua tahun 2013.
X <sub>1</sub>	Persentase rumah tangga menggunakan plafon kayu/tripleks.
X <sub>2</sub>	Persentase kepadatan hunian.
X <sub>3</sub>	Persentase rumah tangga menguras bak mandi seminggu sekali.
X <sub>4</sub>	Persentase rumah tangga memakai air bersih (20-49,9 liter).
X <sub>5</sub>	Persentase pengetahuan rumah tangga mengenai keberadaan fasilitas kesehatan rumah sakit pemerintah.
X <sub>6</sub>	Persentase pengobatan malaria dengan mendapatkan obat ACT ( <i>Artemisinin-based Combination Therapy</i> ) program.
X <sub>7</sub>	Persentase rumah tangga ber-PHBS.
X <sub>8</sub>	Persentase rumah tangga menggunakan tempat sampah terbuka.

Selain itu juga digunakan dua variabel geografis yaitu koordinat lintang dan bujur ( $u_i, v_i$ ) mengenai lokasi kabupaten/kota di Provinsi Papua. Berikut merupakan identifikasi masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

1. Prevalensi kejadian penyakit malaria di tiap kabupaten/kota di Provinsi Papua tahun 2013 (Y)
2. Persentase rumah tangga menggunakan plafon kayu/tripleks ( $X_1$ )  
Yawan (2006) dalam Lestari (2014) menyatakan bahwa adanya plafon (langit-langit) rumah yang permanen menjadi faktor signifikan sebagai proteksi terhadap nyamuk Anopheles. Plafon yang permanen akan mencegah masuknya nyamuk secara leluasa ke dalam rumah. Penelitian Gambiro (1998) dalam Siswatiningsih (2003) menyatakan bahwa keadaan rumah yang memungkinkan nyamuk masuk (banyak lubang-lubang) mempunyai resiko yang tinggi dalam penularan malaria, yaitu sebesar 18,27 kali daripada rumah yang tidak banyak lubang-lubangnya. Hal tersebut berkaitan dengan banyaknya lubang yang terdapat pada plafon kayu menyebabkan nyamuk lebih leluasa untuk masuk ke dalam rumah yang berisiko terkena malaria.
3. Persentase kepadatan hunian ( $X_2$ )  
Kepadatan hunian merupakan salah satu persyaratan rumah sehat. Kepadatan hunian lebih dari atau sama dengan  $8m^2$ /orang dikategorikan sebagai tidak padat. Proporsi rumah tangga di Provinsi Papua yang termasuk dalam kriteria tidak padat adalah sebesar 44,9%. Kepadatan hunian yang tidak seimbang dengan luas wilayah mengakibatkan adanya wilayah yang bersifat kumuh dengan masalah kesehatan masyarakat. Penyakit malaria mudah menular dari gigitan nyamuk dalam lingkungan yang buruk. Oleh karena itu, semakin banyak kepadatan penduduk di suatu wilayah maka semakin besar pula peluang penyebaran malaria (Kementerian Kesehatan RI,

2013). Berdasarkan Depkes RI (2005) dalam Wahyuni (2012) bahwa kepadatan hunian ruang tidur luas minimal  $8\text{m}^2$  tidak dianjurkan digunakan lebih dari 2 orang tidur dalam satu ruangan.

4. Persentase rumah tangga menguras bak mandi seminggu sekali ( $X_3$ )

Perilaku rumah tangga dalam menguras bak mandi berkaitan dengan risiko penyebaran penyakit malaria. Rumah tangga dengan perilaku memberantas jentik nyamuk salah satunya adalah rumah tangga yang menguras bak mandi satu kali dalam seminggu (Kementerian Kesehatan RI, 2013).

5. Persentase rumah tangga memakai air bersih (20-49,9 liter) ( $X_4$ )

Air minum harus memenuhi persyaratan kesehatan secara fisik, kimia, dan mikrobiologi. Air minum yang dikonsumsi dikategorikan baik apabila memenuhi persyaratan kualitas fisik, yaitu tidak keruh, tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbusa, dan tidak berbau. Pada umumnya air minum rumah tangga di Indonesia (94,1%) termasuk dalam kategori baik. Namun, masih terdapat rumah tangga dengan kualitas air minum tidak baik. Berdasarkan provinsi, proporsi rumah tangga tertinggi dengan air minum keruh dan berwarna adalah di Papua. Berdasarkan pemakaian air per orang per hari oleh rumah tangga di Indonesia, pada umumnya berjumlah antara 50 sampai 99,9 liter dan antara 100 sampai 300 liter. Namun, masih terdapat rumah tangga dengan pemakaian air kurang dari 20 liter per orang per hari. Berdasarkan provinsi, proporsi rumah tangga dengan jumlah pemakaian air per orang per hari kurang dari 20 liter tertinggi adalah Nusa Tenggara Timur diikuti Papua (Kementerian Kesehatan RI, 2013). Berdasarkan kondisi tersebut, dapat memicu terjadinya faktor yang menyebabkan malaria.

6. Persentase pengetahuan rumah tangga mengenai keberadaan fasilitas kesehatan rumah sakit pemerintah ( $X_5$ ) Akses pelayanan kesehatan yang didapatkan dari Riskesdas 2013 merupakan tingkat pengetahuan rumah tangga terhadap jenis pelayanan kesehatan terdekat yang berada di sekitar tempat tinggalnya (Kementerian Kesehatan RI, 2013). Jenis pelayanan kesehatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah keberadaan RS pemerintah. Kontak ke pelayanan kesehatan tersebut berarti untuk menuju pelayanan tidak terhalang oleh keadaan geografis, sosial, ekonomi, maupun budaya.
7. Persentase pengobatan malaria dengan mendapatkan obat ACT (*Artemisinin-based Combination Therapy*) program ( $X_6$ )  
Pengobatan efektif sesuai program terjadi pada hampir seluruh kabupaten, lima kabupaten dengan pengobatan efektif terendah adalah Kabupaten Lanny Jaya, Nabire, Asmat, Yahukimo, dan Mamberamo Tengah. Pengobatan dengan obat malaria program relatif lebih baik di daerah perkotaan, pada kelompok pendidikan tinggi, dan kelompok dengan kuintil indeks kepemilikan tinggi (Kementerian Kesehatan RI, 2013). Hal tersebut merupakan salah satu upaya yang efektif dalam memberantas dan mengurangi penderita malaria.
8. Persentase rumah tangga ber-PHBS ( $X_7$ )  
Rumah tangga yang dapat menjaga, meningkatkan, dan melindungi kesehatan setiap anggota rumah tangga dari ancaman penyakit dan lingkungan buruk supaya dapat hidup sehat. Indikator perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) dalam Riskesdas 2013 terdiri dari sepuluh indikator, yaitu mencakup delapan indikator individu (cuci tangan, BAB dengan jamban, konsumsi sayur dan buah, aktivitas fisik, merokok dalam rumah, persalinan oleh tenaga kesehatan, memberi ASI eksklusif, menimbang balita) dan dua indikator rumah tangga (sumber air bersih

dan memberantas jentik nyamuk). Proporsi terendah rumah tangga dengan PHBS baik adalah Provinsi Papua (Kementerian Kesehatan RI, 2013). Kondisi tersebut dapat memicu terjadinya faktor penyebab malaria yang berasal dari kondisi lingkungan yang tidak kondusif.

9. Persentase rumah tangga menggunakan tempat sampah terbuka ( $X_8$ )

Lingkungan tempat tinggal yang kumuh serta sanitasi buruk biasanya menjadi penyebab utama berjangkitnya penyakit malaria karena parit-parit, persawahan, empang, dan genangan air merupakan tempat bersarangnya nyamuk *Anopheles* (Soemirat, 2000). Sampah yang berserakan dikhawatirkan merupakan pemicu dari lokasi kumuh tersebut yang akan berdampak pada lingkungan yang buruk sebagai faktor penyebab malaria.

**Tabel 3.3** Struktur Data Provinsi Papua

Kab/Kota	Y	$X_1$	$X_2$	$X_3$	...	$X_p$	u	v
1	$Y_1$	$X_{11}$	$X_{21}$	$X_{31}$	...	$X_{p1}$	$u_1$	$v_1$
2	$Y_2$	$X_{12}$	$X_{22}$	$X_{32}$	...	$X_{p2}$	$u_2$	$v_2$
3	$Y_3$	$X_{13}$	$X_{23}$	$X_{33}$	...	$X_{p3}$	$u_3$	$v_3$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
29	$Y_{29}$	$X_{1,29}$	$X_{2,29}$	$X_{3,29}$	...	$X_{p,29}$	$u_{29}$	$v_{29}$

### 3.4 Langkah Analisis

Setelah merumuskan masalah dan melakukan identifikasi variabel, maka selanjutnya dilakukan analisis data. Langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

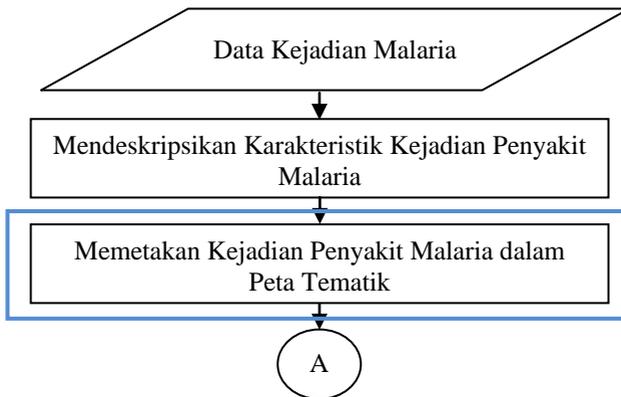
1. Mendeskripsikan data kejadian penyakit malaria beserta faktor yang mempengaruhi di Provinsi Papua pada tahun 2013.
2. Pembuatan peta sebaran penyakit malaria dengan *Spatial Pattern Analysis*.

- 1) Memetakan kejadian penyakit malaria tahun 2013 dalam suatu peta tematik di Provinsi Papua tahun 2013.
  - 2) Menganalisis pola yang terbentuk pada tahun 2013.
  - 3) Menghitung nilai dependensi spasial menggunakan indeks Moran's I.
  - 4) Mengidentifikasi pola sebaran kejadian penyakit malaria berdasarkan indeks Moran's I.
  - 5) Menguji dependensi spasial indeks Moran's I.
  - 6) Membuat dan menganalisis *Moran's Scatterplot*.
  - 7) Menghitung dan menguji dependensi spasial indeks *Local Indicator of Spatial Autocorrelation (LISA)*.
  - 8) Membuat peta kerawanan berdasarkan hasil dari peta tematik.
3. Melakukan pemodelan dengan metode regresi linier dan *Geographically Weighted Regression*, sebagai berikut.
- 1) Mendeteksi dan mengatasi kasus multikolinieritas.
  - 2) Melakukan pemodelan prevalensi kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua dengan regresi linier, sebagai berikut.
    - a) Menghitung nilai penaksir parameter model regresi linier.
    - b) Menguji signifikansi parameter model regresi linier secara serentak dan parsial.
    - c) Menguji asumsi residual model regresi.
  - 3) Melakukan pengujian aspek spasial, yaitu uji dependensi dan heterogenitas spasial pada data kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua.
  - 4) Melakukan pemodelan GWR pada kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua, sebagai berikut.
    - a) Menghitung jarak Euclidean antar lokasi pengamatan berdasarkan posisi geografis. Jarak Euclidean antar lokasi  $i$  yang terletak pada koordinat  $(u_i, v_i)$  terhadap lokasi  $j$  pada koordinat  $(u_j, v_j)$ .

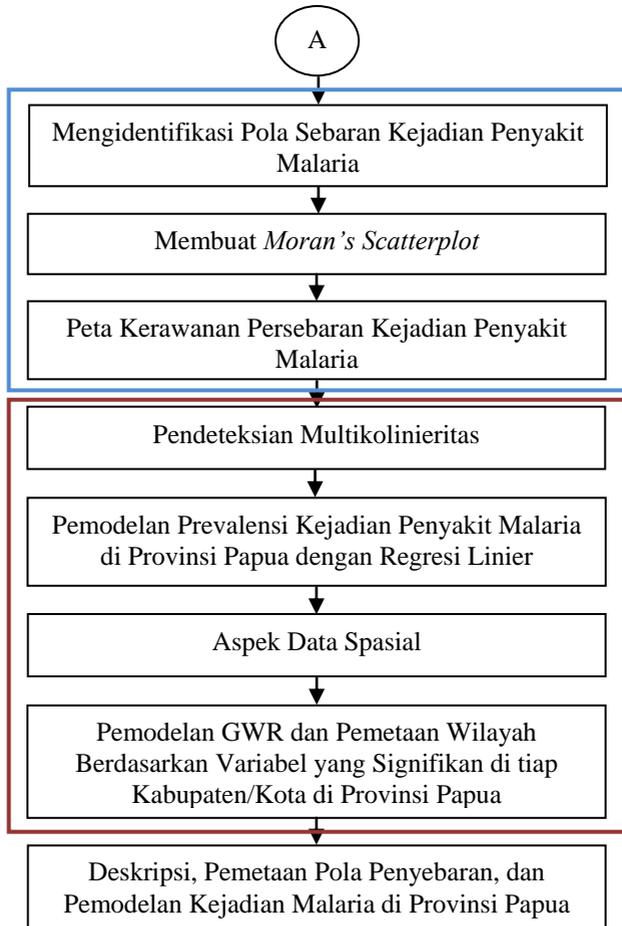
- b) Menentukan *bandwidth* optimum dengan kriteria CV.
  - c) Menentukan pembobot yang optimum dengan fungsi pembobot kernel gaussian.
  - d) Menghitung nilai penaksir parameter model GWR.
  - e) Menguji parameter model GWR, uji kesesuaian parameter model regresi linier dengan parameter model GWR serta uji signifikansi parameter model GWR secara parsial.
- 5) Membandingkan nilai AIC model regresi linier (global) dengan model GWR. Nilai AIC yang minimum merupakan model yang terbaik.

### 3.5 Diagram Alir Penelitian

Langkah analisis selengkapnya disajikan pada Gambar 3.3 sebagai berikut.



**Gambar 3.3** Diagram Alir Langkah Analisis



**Gambar 3.3** Diagram Alir Langkah Analisis (Lanjutan)

Keterangan :

  : Metode *Spatial Pattern Analysis*

  : Metode *Geographically Weighted Regression*

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bagian awal bab ini mendeskripsikan prevalensi kejadian penyakit malaria di kabupaten/kota Provinsi Papua tahun 2013 beserta variabel yang diduga mempengaruhi. Kemudian disajikan pola persebaran kejadian penyakit malaria dengan metode *Spatial Pattern Analysis*. Selanjutnya disusun model regresi yang menyatakan hubungan antara kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua dan faktor-faktor yang mempengaruhinya dengan metode regresi linier berganda (global) dan *Geographically Weighted Regression* (GWR).

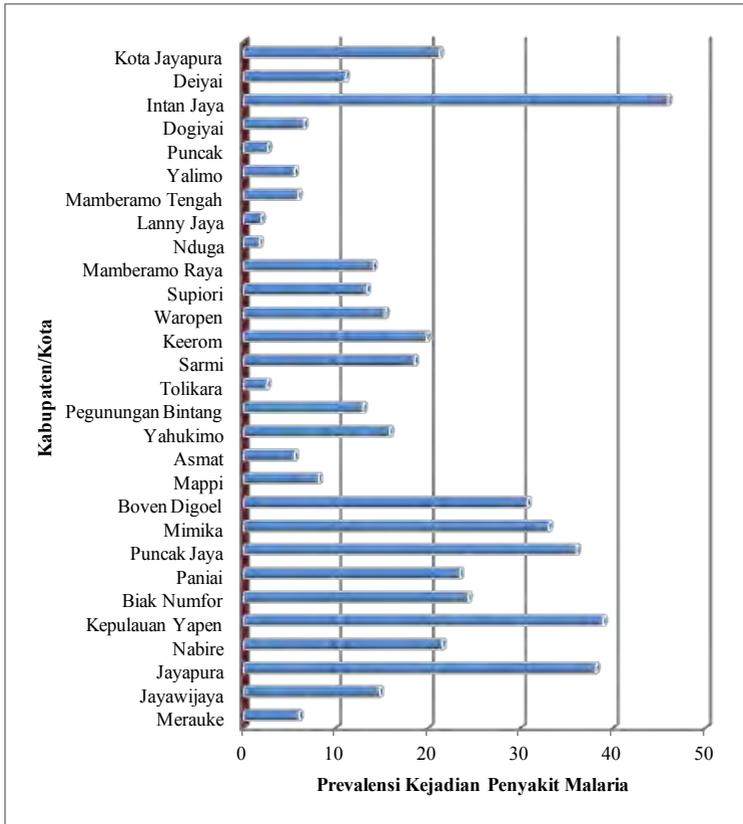
#### **4.1 Deskripsi Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria dan Faktor yang Mempengaruhi**

Provinsi Papua pada tahun 2013 secara administratif terdiri dari 29 kabupaten/kota. Penelitian ini meneliti prevalensi kejadian penyakit malaria di kabupaten/kota Provinsi Papua tahun 2013 dengan 8 (delapan) variabel bebas (prediktor) yang diduga mempengaruhinya. Setiap kabupaten/kota memiliki karakteristik dari segi lingkungan dan perilaku, hal ini berlaku pada prevalensi kejadian penyakit malaria dan faktor yang diduga mempengaruhi. Semua variabel yang digunakan dalam penelitian ini dapat dideskripsikan dengan statistika deskriptif antara lain berdasarkan nilai rata-rata, nilai varians atau keragaman data, nilai minimum, dan nilai maksimum dari data. Secara visualisasi untuk memudahkan analisis deskriptif maka setiap variabel penelitian dikategorikan dalam 3 (tiga) kelompok yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Berikut ini dipaparkan deskripsi variabel yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

##### **4.1.1 Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria**

Papua merupakan salah satu provinsi terbesar di Indonesia, namun jumlah penduduknya paling sedikit yaitu 3.032.488 penduduk. Keadaan topografi Papua bervariasi, mulai dari dataran rendah berawa sampai dataran tinggi yang dipadati dengan hutan

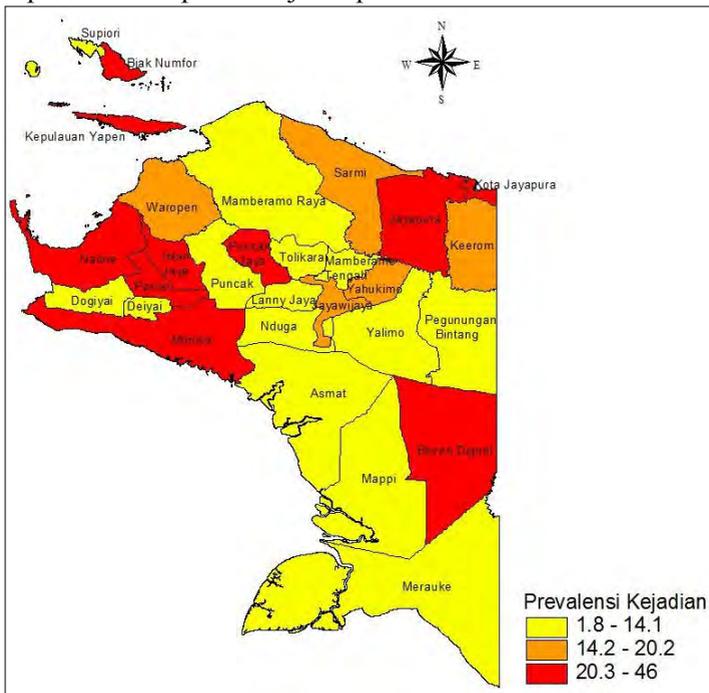
hujan tropis, padang rumput, dan lembah dengan alang-alangnya. Provinsi Papua merupakan provinsi dengan prevalensi kejadian penyakit malaria tertinggi di Indonesia. Berikut ini disajikan prevalensi kejadian penyakit malaria di kabupaten/kota Provinsi Papua tahun 2013 untuk mengetahui karakteristik di wilayah tersebut.



**Gambar 4.1** Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria di Provinsi Papua

Gambar 4.1 menampilkan prevalensi kejadian penyakit malaria dengan prevalensi tertinggi berada di Kabupaten Intan Jaya yaitu sebesar 46 dan prevalensi terendah berada di

Kabupaten Nduga yaitu sebesar 1,8. Kabupaten Intan Jaya memiliki penduduk relatif sedikit dibandingkan dengan kabupaten/kota lainnya di Provinsi Papua yaitu sebanyak 43.405 penduduk. Oleh karena itu, diduga semakin sedikit penduduk yang bermukim maka semakin banyak wilayah dengan kondisi rawa-rawa atau semak-semak di sekitar daerah tersebut yang merupakan salah satu penyebab kejadian penyakit malaria. Rata-rata prevalensi kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua adalah 17,15 yang artinya bahwa setiap 1.000 penduduk terdapat 17 orang menderita malaria. Keragaman prevalensi kejadian penyakit malaria sebesar 156,07 yang menunjukkan bahwa antar kabupaten/kota di Provinsi Papua bervariasi. Prevalensi kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua tahun 2013 menyebar antar kabupaten/kota seperti disajikan pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Persebaran Prevalensi Malaria di Kabupaten/Kota Provinsi Papua

Interpretasi variabel prevalensi kejadian penyakit malaria dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok, yaitu kelompok rendah, sedang, dan tinggi. Masing-masing kelompok tersebut ditunjukkan dengan warna kuning, oranye, dan merah. Kelompok kabupaten/kota yang berwarna kuning merupakan kelompok wilayah dengan kategori prevalensi malaria rendah yaitu dari 1,8 sampai dengan 14,1 per 1.000 penduduk. Kelompok wilayah oranye merupakan kelompok dengan kategori prevalensi malaria sedang yaitu dari 14,2 sampai dengan 20,2 per 1.000 penduduk. Sedangkan kelompok wilayah merah merupakan kelompok dengan kategori prevalensi malaria tinggi yaitu dari 20,3 sampai dengan 46,0 per 1.000 penduduk. Kabupaten/kota setiap kelompok disajikan secara rinci pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

**Tabel 4.1** Pengelompokan Kategori Prevalensi Malaria Kabupaten/Kota

<b>Kategori</b>	<b>Kabupaten/Kota</b>		
Rendah	1. Merauke	19. Supiori	24. Yalimo
	11. Mappi	20. Mamberamo Raya	25. Puncak
	12. Asmat	21. Nduga	26. Dogiyai
	14. Peg. Bintang	22. Lanny Jaya	28. Deiyai
	15. Tolikara	23. Mamberamo Tengah	
Sedang	2. Jayawijaya	16. Sarmi	18. Waropen
	13. Yahukimo	17. Keerom	
Tinggi	3. Jayapura	7. Paniai	27. Intan Jaya
	4. Nabire	8. Puncak Jaya	29. Kota Jayapura
	5. Kep. Yapen	9. Mimika	
	6. Biak Numfor	10. Boven Digoel	

Tabel 4.1 merupakan pengelompokan prevalensi kejadian penyakit malaria yang dibagi menjadi 3 (tiga) kategori. Terdapat 14 kabupaten/kota yang tergolong rendah, 5 kabupaten/kota yang tergolong sedang, dan 10 kabupaten/kota tergolong tinggi. Berdasarkan pengelompokan tersebut maka sebagian besar kabupaten/kota di Provinsi Papua terklasifikasi pada kategori prevalensi kejadian penyakit malaria yang rendah. Meskipun banyak kabupaten/kota tergolong rendah, Provinsi Papua merupakan provinsi dengan angka prevalensi tertinggi di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian perlu dilakukan di seluruh kabupaten/kota Provinsi Papua.

#### 4.1.2 Faktor-faktor yang Diduga Mempengaruhi Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria

Terdapat beberapa faktor yang diduga mempengaruhi kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua. Penelitian ini menggunakan 8 (delapan) variabel yang diduga mempengaruhi kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua. Berikut merupakan karakteristik dari 8 (delapan) variabel tersebut yang disajikan pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Nilai Rata-rata, Varians, Minimum, dan Maksimum Faktor yang Diduga Mempengaruhi Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria (dalam persen)

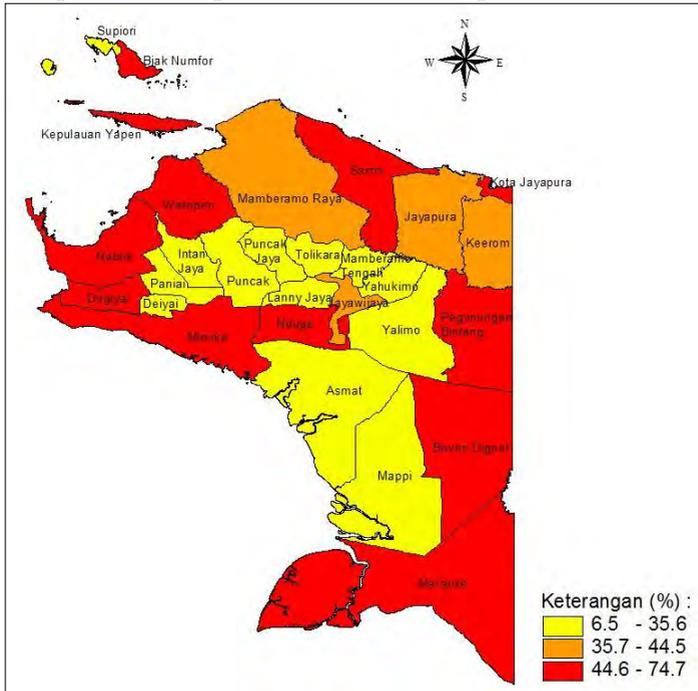
Variabel	Rata-rata	Varians	Minimum	Maksimum
X <sub>1</sub>	40,02	333,97	6,5	74,7
X <sub>2</sub>	46,01	721,96	6,4	92,1
X <sub>3</sub>	15,4	173,14	0,2	51,7
X <sub>4</sub>	29,23	218,49	1,3	59,6
X <sub>5</sub>	46,56	1237,04	0	96,2
X <sub>6</sub>	42,41	591,77	4,9	97,2
X <sub>7</sub>	12,91	139,66	0	43,2
X <sub>8</sub>	59,4	491,15	2,7	96,7

Berdasarkan Tabel 4.2 terlihat bahwa keragaman variabel yang diduga mempengaruhi kejadian penyakit malaria cukup bervariasi. Berikut merupakan deskripsi dari 8 (delapan) variabel yang diduga mempengaruhi kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua.

##### 4.1.2.1 Persentase Rumah Tangga Menggunakan Plafon Kayu/Tripleks (X<sub>1</sub>)

Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa rata-rata persentase rumah tangga yang menggunakan plafon kayu/tripleks (X<sub>1</sub>) adalah 40,02 persen yang artinya bahwa setiap 100 rumah tangga terdapat 40 rumah tangga yang menggunakan plafon kayu/tripleks. Nilai variansnya sebesar 333,97 yang menunjukkan bahwa persentase rumah tangga yang menggunakan plafon kayu/tripleks di suatu kabupaten/kota dengan kabupaten/kota lainnya memiliki keragaman yang tinggi. Berikut disajikan

pemetaan persentase rumah tangga menggunakan plafon kayu/tripleks di kabupaten/kota Provinsi Papua tahun 2013.



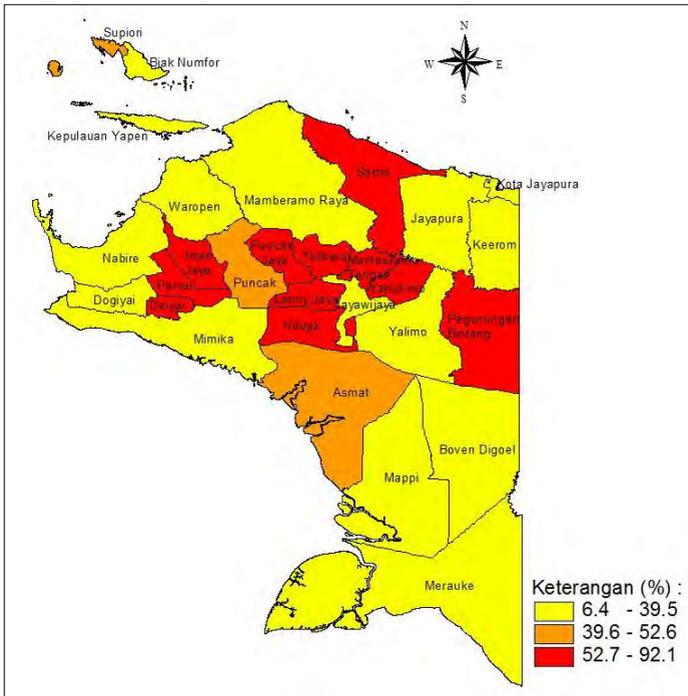
**Gambar 4.3** Persentase Rumah Tangga Menggunakan Plafon Kayu/Tripleks

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa Kabupaten Pegunungan Bintang merupakan kabupaten dengan persentase rumah tangga menggunakan plafon kayu/tripleks tertinggi yaitu sebesar 74,7 persen, sedangkan Kabupaten Puncak adalah kabupaten dengan persentase rumah tangga menggunakan plafon kayu/tripleks terendah yaitu 6,5 persen. Kategori tinggi persentase rumah tangga menggunakan plafon kayu/tripleks terjadi di Kabupaten Pegunungan Bintang, Mimika, Sarmi, Kota Jayapura, Nabire, Dogiyai, Biak Numfor, Boven Digoel, Nduga Merauke, Kepulauan Yapen, dan Waropen dengan rentang 44,6 sampai dengan 74,7 persen. Sedangkan 3 (tiga) kabupaten/kota yang memiliki persentase rumah tangga menggunakan plafon

kayu/tripleks terendah yang artinya di kabupaten/kota tersebut sedikit rumah tangga yang menggunakan plafon berupa kayu/tripleks adalah Kabupaten Mappi, Intan Jaya, dan Puncak berturut-turut sebesar 13,6 persen, 8,8 persen, dan 6,5 persen. Berdasarkan pemetaan tersebut terlihat bahwa sebagian besar rumah tangga di kabupaten/kota Provinsi Papua masih menggunakan plafon berupa kayu atau tripleks. Penggunaan plafon berupa kayu/tripleks menimbulkan debu karena kayu/tripleks cepat berdebu yang menyebabkan lingkungan menjadi tidak bersih dan juga jika menggunakan plafon kayu atau tripleks mengakibatkan nyamuk dapat dengan mudah masuk ke dalam rumah karena plafon berlubang.

#### **4.1.2.2 Persentase Kepadatan Hunian ( $X_2$ )**

Kepadatan hunian merupakan salah satu persyaratan rumah sehat. Kepadatan hunian lebih dari atau sama dengan  $8m^2$ /orang dikategorikan sebagai tidak padat. Kepadatan hunian yang tidak seimbang dengan luas wilayah mengakibatkan adanya wilayah yang bersifat kumuh dengan masalah kesehatan masyarakat. Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa rata-rata persentase kepadatan hunian ( $X_2$ ) di tiap kabupaten/kota di Provinsi Papua tahun 2013 adalah 46,01 persen. Nilai variansnya sebesar 721,96 yang menunjukkan bahwa persentase kepadatan hunian di suatu kabupaten/kota dengan kabupaten/kota lainnya memiliki keragaman yang tinggi. Provinsi Papua merupakan salah satu provinsi terbesar di Indonesia, namun jumlah penduduknya paling sedikit. Kabupaten Pegunungan Bintang merupakan kabupaten dengan persentase kepadatan hunian tertinggi yaitu 92,1 persen diikuti dengan Kabupaten Mamberamo Tengah sebesar 91,3 persen, sedangkan Kabupaten Dogiyai adalah kabupaten dengan persentase kepadatan hunian terendah yaitu 6,4 persen. Hal tersebut menunjukkan bahwa kepadatan hunian di Provinsi Papua sangat bervariasi dan belum merata di tiap kabupaten/kota Provinsi Papua. Berikut disajikan pemetaan persentase kepadatan hunian di kabupaten/kota Provinsi Papua tahun 2013.

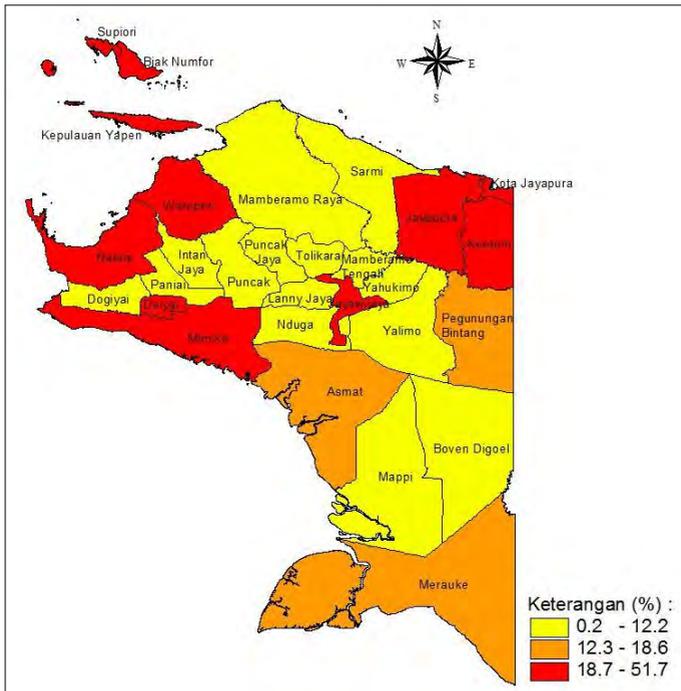


**Gambar 4.4** Persentase Kepadatan Hunian

Berdasarkan Gambar 4.4 terlihat bahwa kategori tinggi persentase kepadatan hunian ( $X_2$ ) terjadi di Kabupaten Pegunungan Bintang, Mamberamo Tengah, Nduga, Lanny Jaya, Yahukimo, Tolikara, Deiyai, Puncak Jaya, Paniai, Intan Jaya, dan Sarmi dengan rentang 52,7 sampai dengan 92,1 persen dengan 3 (tiga) kabupaten/kota tertinggi berturut-turut memiliki persentase kepadatan hunian sebesar 92,1 persen, 91,3 persen, dan 85,3 persen. Sedangkan 3 (tiga) kabupaten/kota yang memiliki persentase kepadatan hunian terendah adalah Kabupaten Keerom, Nabire, dan Dogiyai berturut-turut sebesar 15,9 persen, 15,8 persen, dan 6,4 persen.

#### 4.1.2.3 Persentase Rumah Tangga Menguras Bak Mandi Seminggu Sekali ( $X_3$ )

Rumah tangga dengan perilaku memberantas jentik nyamuk salah satunya adalah rumah tangga yang menguras bak mandi satu kali dalam seminggu. Berikut disajikan pemetaan persentase rumah tangga menguras bak mandi seminggu sekali di kabupaten/kota Provinsi Papua pada tahun 2013.



**Gambar 4.5** Persentase Rumah Tangga Menguras Bak Mandi Seminggu Sekali

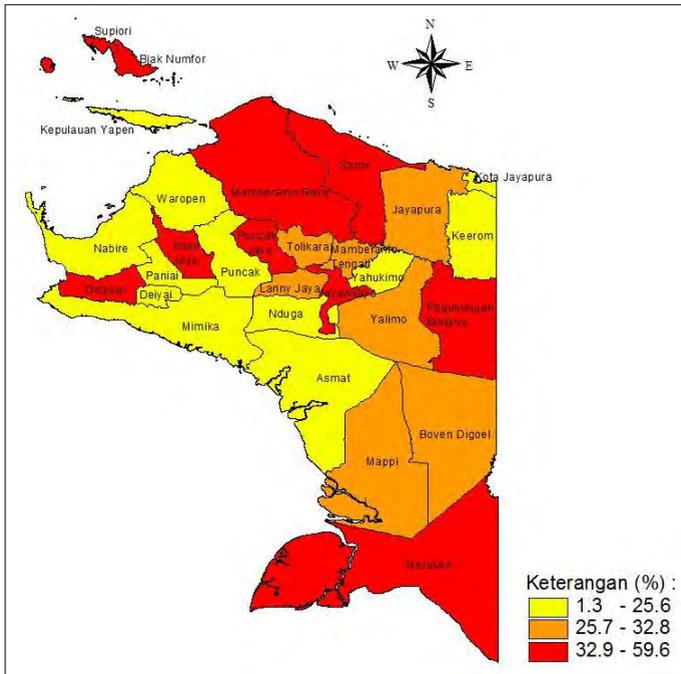
Persentase rumah tangga yang menguras bak mandi seminggu sekali ( $X_3$ ) memiliki rata-rata sebesar 15,4 persen yang artinya bahwa setiap 100 rumah tangga terdapat 15 rumah tangga yang menguras bak mandi seminggu sekali. Nilai variansnya sebesar 173,14 yang menunjukkan bahwa persentase rumah tangga yang menguras bak mandi seminggu sekali di suatu

kabupaten/kota dengan kabupaten/kota lainnya memiliki keragaman cukup tinggi. Persentase tertinggi rumah tangga yang menguras bak mandi seminggu sekali adalah sebesar 51,7 persen dan persentase terendah rumah tangga yang menguras bak mandi seminggu sekali adalah sebesar 0,2 persen. Hal tersebut menyatakan bahwa persentase menguras bak mandi di Provinsi Papua cukup kecil.

Berdasarkan Gambar 4.5 bahwa rumah tangga yang menguras bak mandi seminggu sekali menyebar di tiap kabupaten/kota. Kategori tinggi persentase rumah tangga yang menguras bak mandi seminggu sekali adalah Kota Jayapura, Kabupaten Waropen, Deiyai, Biak Numfor, Jayapura, Kepulauan Yapen, Mimika, Jayawijaya, Nabire, Supiori, dan Keerom dengan rentang 18,7 sampai dengan 51,7 persen. Sedangkan rentang kategori sedang adalah dari 12,3 sampai dengan 18,6 persen dan rentang kategori rendah adalah dari 0,2 sampai dengan 12,2 persen dengan 3 (tiga) kabupaten/kota yang memiliki persentase rumah tangga yang menguras bak mandi seminggu sekali terendah adalah Kabupaten Lanny Jaya, Nduga, dan Mamberamo Tengah berturut-turut sebesar 0,4 persen, 0,2 persen, dan 0,2 persen.

#### **4.1.2.4 Persentase Rumah Tangga Memakai Air Bersih antara 20-49,9 Liter (X<sub>4</sub>)**

Air merupakan kebutuhan dasar kehidupan manusia, antara lain digunakan untuk minum, memasak, mencuci, dan mandi. Pada umumnya air minum rumah tangga di Indonesia termasuk dalam kategori baik, namun Provinsi Papua masih belum masuk dalam kategori baik. Provinsi Papua merupakan salah satu provinsi dengan pemakaian air yang dikatakan rendah. Berikut disajikan pemetaan persentase rumah tangga yang memakai air bersih antara 20 sampai dengan 49,9 liter di kabupaten/kota Provinsi Papua pada tahun 2013.



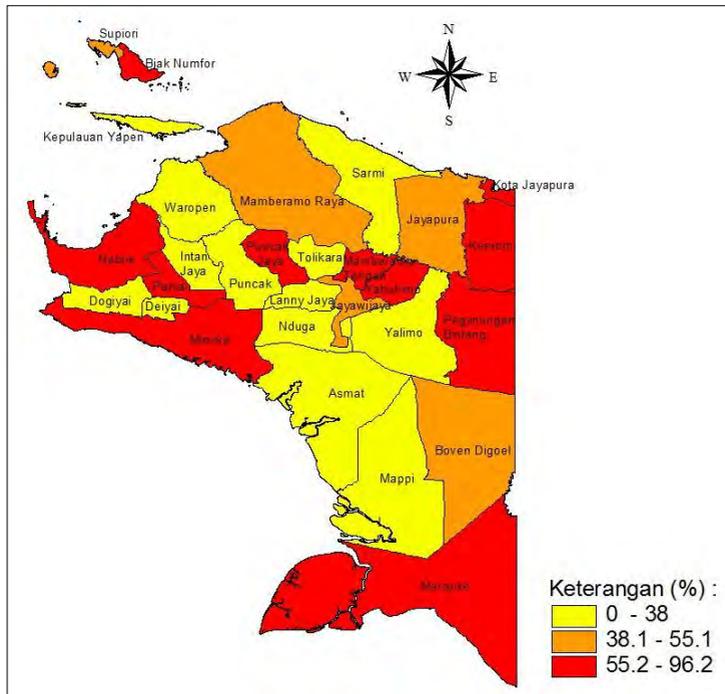
**Gambar 4.6** Persentase Rumah Tangga Memakai Air Bersih

Persentase rumah tangga yang memakai air bersih antara 20 sampai dengan 49,9 liter ( $X_4$ ) memiliki rata-rata sebesar 29,23 persen yang artinya bahwa setiap 100 rumah tangga terdapat 29 rumah tangga yang memakai air bersih antara 20 sampai dengan 49,9 liter. Nilai variansnya sebesar 218,49 yang menunjukkan bahwa persentase rumah tangga yang memakai air bersih antara 20 sampai dengan 49,9 liter di tiap kabupaten/kota memiliki keragaman yang cukup tinggi. Hal tersebut dikarenakan rentang antara nilai minimum dan maksimum cukup jauh. Kabupaten Sarmi merupakan kabupaten dengan persentase rumah tangga yang memakai air bersih antara 20 sampai dengan 49,9 liter tertinggi, sedangkan Kabupaten Puncak adalah kabupaten dengan persentase rumah tangga yang memakai air bersih antara 20 sampai dengan 49,9 liter terendah. Berdasarkan Gambar 4.6

menunjukkan bahwa kategori tinggi persentase rumah tangga memakai air bersih antara 20 sampai dengan 49,9 liter adalah Kabupaten Sarmi, Intan Jaya, Mamberamo Raya, Supiori, Dogiyai, Pegunungan Bintang, Puncak Jaya, Merauke, Biak Numfor, dan Jayawijaya yang berada pada rentang 32,9 sampai dengan 59,6 persen dengan 3 (tiga) kabupaten/kota tertinggi berturut-turut memiliki persentase sebesar 59,6 persen, 56,9 persen, dan 53,5 persen. Sedangkan 3 (tiga) kabupaten/kota yang memiliki persentase rumah tangga yang memakai air bersih antara 20 sampai dengan 49,9 liter terendah adalah Kabupaten Mimika, Deiyai, dan Puncak berturut-turut sebesar 11 persen, 7,1 persen, dan 1,3 persen.

#### **4.1.2.5 Persentase Pengetahuan Rumah Tangga Mengenai Keberadaan Fasilitas Kesehatan Rumah Sakit Pemerintah ( $X_5$ )**

Tenaga medis adalah tenaga ahli kedokteran dengan fungsi utamanya adalah memberikan pelayanan medis kepada pasien dengan sebaik-baiknya menggunakan cara dan teknik yang berlaku. Jenis pelayanan kesehatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah keberadaan rumah sakit pemerintah. Anggota rumah tangga harus memiliki pengetahuan terhadap keberadaan fasilitas kesehatan khususnya rumah sakit pemerintah supaya diharapkan adanya penurunan angka prevalensi kejadian penyakit malaria di tahun selanjutnya. Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa rata-rata persentase pengetahuan rumah tangga mengenai keberadaan fasilitas kesehatan rumah sakit pemerintah ( $X_5$ ) sebesar 46,56 persen yang artinya bahwa setiap 100 rumah tangga terdapat 46 rumah tangga yang mengetahui keberadaan fasilitas kesehatan rumah sakit pemerintah dan keragamannya sebesar 1237,04. Berikut disajikan pemetaan persentase pengetahuan rumah tangga mengenai keberadaan fasilitas kesehatan rumah sakit pemerintah di kabupaten/kota Provinsi Papua pada tahun 2013.



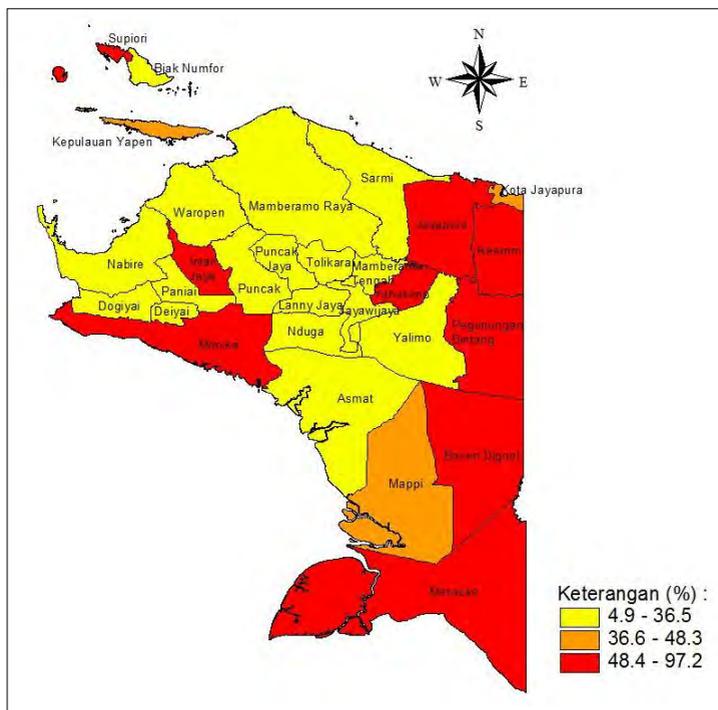
**Gambar 4.7** Persentase Pengetahuan Rumah Tangga Mengenai Keberadaan Fasilitas Kesehatan Rumah Sakit Pemerintah

Berdasarkan Gambar 4.7 terlihat bahwa karakteristik persentase pengetahuan rumah tangga mengenai keberadaan fasilitas kesehatan rumah sakit pemerintah sangat beragam. Hal tersebut dikarenakan terdapat rumah tangga di kabupaten/kota yang memiliki pengetahuan yang luas sebesar 96,2 persen yaitu Kabupaten Mamberamo Tengah sedangkan terdapat rumah tangga di kabupaten/kota yang sama sekali tidak memiliki pengetahuan tentang keberadaan fasilitas kesehatan rumah sakit pemerintah seperti di Kabupaten Yalimo. Kategori tinggi persentase pengetahuan rumah tangga mengenai keberadaan fasilitas kesehatan rumah sakit pemerintah adalah Kabupaten Mamberamo Tengah, Keerom, Pegunungan Bintang, Paniai, Kota Jayapura, Kabupaten Biak Numfor, Puncak Jaya, Nabire,

Mimika, Merauke, Yahukimo, Jayapura dan Mamberamo Raya dengan rentang 55,2 sampai dengan 96,2 persen. Sedangkan 3 (tiga) kabupaten/kota yang memiliki persentase pengetahuan rumah tangga mengenai keberadaan fasilitas kesehatan rumah sakit pemerintah terendah adalah Kabupaten Deiyai, Waropen, dan Yalimo berturut-turut sebesar 1,7 persen, 0,4 persen, dan 0 persen.

#### **4.1.2.6 Persentase Pengobatan Malaria dengan Mendapatkan Obat ACT (*Artemisinin-based Combination Therapy*) Program ( $X_6$ )**

Kondisi pengobatan malaria dengan mendapatkan obat ACT yaitu jika suatu kabupaten/kota mengalami jumlah penderita malaria yang tinggi maka pemerintah segera melakukan pemberian obat ACT tersebut dalam jumlah yang besar dan secara terus-menerus di kabupaten/kota tersebut tanpa memperhatikan penderita yang kondisinya semakin membaik. Meskipun penderita dalam kurun waktu tertentu telah membaik, pemerintah tetap memberikan obat ACT tersebut. Oleh karena itu, dampak dari mendapatkan obat ACT belum dapat terlihat dengan jelas karena didominasi dengan pemberian obat ACT yang terus-menerus. Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa rata-rata persentase pengobatan malaria dengan mendapatkan obat ACT program ( $X_6$ ) sebesar 42,41 persen yang artinya bahwa setiap 100 penderita terdapat 42 orang yang melakukan pengobatan malaria dengan mendapatkan obat ACT program. Nilai variansnya sebesar 591,77 yang menunjukkan bahwa memiliki keragaman tinggi. Hal tersebut dikarenakan rentang antara nilai minimum dan maksimum persentase pengobatan malaria dengan mendapatkan obat ACT program cukup jauh. Berikut disajikan pemetaan persentase pengobatan malaria dengan obat ACT program di kabupaten/kota Provinsi Papua pada tahun 2013.



**Gambar 4.8** Persentase Pengobatan Malaria dengan Mendapatkan Obat ACT Program

Berdasarkan Gambar 4.8 menunjukkan bahwa kategori tinggi persentase pengobatan malaria dengan mendapatkan obat ACT program adalah Kabupaten Intan Jaya, Jayapura, Mimika, Keerom, Pegunungan Bintang, Merauke, Boven Digoel, Supiori, dan Yahukimo yang berada pada rentang 48,4 sampai dengan 97,2 persen dengan 3 (tiga) kabupaten/kota tertinggi berturut-turut sebesar 97,2 persen, 89,4 persen, dan 80,1 persen. Sedangkan rentang kategori rendah dari 4,9 sampai dengan 36,5 persen, 3 (tiga) kabupaten/kota yang memiliki persentase pengobatan malaria dengan mendapatkan obat ACT program terendah adalah Kabupaten Yalimo, Nabire, dan Mamberamo

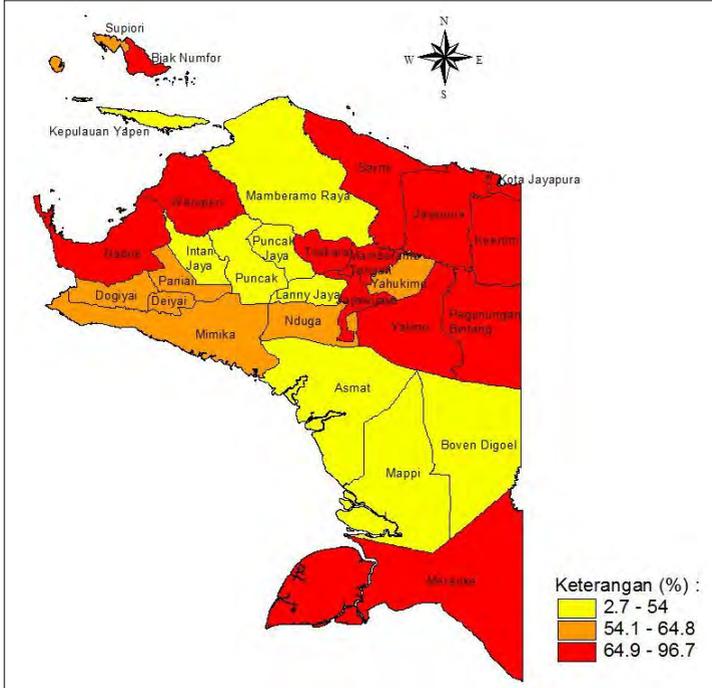


berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) di Provinsi Papua sebesar 12,91 persen yang artinya bahwa setiap 100 rumah tangga hanya terdapat 12 rumah tangga yang telah memenuhi kriteria rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat (ber-PHBS). Keragaman rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (ber-PHBS) termasuk tinggi yaitu sebesar 139,66. Gambar 4.9 menyatakan bahwa kabupaten/kota yang merupakan rumah tangga ber-PHBS tertinggi adalah sebesar 43,2 persen yaitu Kota Jayapura sedangkan persentase rumah tangga ber-PHBS terendah di Kabupaten Puncak yaitu sebesar 0,4 persen, bahkan terdapat kabupaten/kota yang rumah tangganya tidak ada yang memenuhi kriteria hidup bersih dan sehat seperti di Kabupaten Mamberamo Tengah. Angka tertinggi rumah tangga ber-PHBS di Provinsi Papua tidak lebih dari 50 persen, kondisi tersebut dapat memicu terjadinya faktor penyebab malaria yang berasal dari kondisi lingkungan yang tidak kondusif. Terlihat bahwa 3 (tiga) kabupaten/kota yang memiliki persentase rumah tangga ber-PHBS tertinggi adalah Kota Jayapura, Kabupaten Mimika, dan Kepulauan Yapen berturut-turut sebesar 43,2 persen, 35,9 persen, dan 29,6 persen. Sedangkan 3 (tiga) kabupaten/kota yang memiliki persentase rumah tangga ber-PHBS terendah adalah Kabupaten Lanny Jaya, Puncak, dan Mamberamo Tengah berturut-turut sebesar 0,9 persen, 0,4 persen, dan 0 persen.

#### **4.1.2.8 Persentase Rumah Tangga Menggunakan Tempat Sampah Terbuka ( $X_8$ )**

Sampah merupakan sisa hasil kegiatan manusia yang dapat menimbulkan masalah jika tidak dikelola dengan baik. Salah satu pengelolaan sampah adalah dengan membuang sampah di tempat sampah. Salah satu jenis tempat sampah adalah tempat sampah terbuka. Persentase rumah tangga menggunakan tempat sampah terbuka ( $X_8$ ) memiliki rata-rata sebesar 59,4 persen yang artinya bahwa setiap 100 rumah tangga terdapat 59 rumah tangga menggunakan tempat sampah terbuka. Keragaman rumah tangga menggunakan tempat sampah terbuka sangat tinggi yaitu sebesar 491,15. Hal tersebut dikarenakan tiap kabupaten/kota di Provinsi

Papua memiliki persentase yang beragam. Berikut disajikan pemetaan persentase rumah tangga menggunakan tempat sampah terbuka di kabupaten/kota Provinsi Papua pada tahun 2013.



**Gambar 4.10** Persentase Rumah Tangga Menggunakan Tempat Sampah Terbuka

Berdasarkan Gambar 4.10 menunjukkan bahwa Kabupaten Tolikara merupakan kabupaten dengan persentase rumah tangga menggunakan tempat sampah terbuka tertinggi yaitu sebesar 96,7 persen, sedangkan Kabupaten Puncak adalah kabupaten dengan persentase rumah tangga menggunakan tempat sampah terbuka terendah yaitu sebesar 2,7 persen. Kategori tinggi persentase rumah tangga menggunakan tempat sampah terbuka terjadi di Kabupaten Tolikara, Waropen, Pegunungan Bintang, Nabire, Jayawijaya, Mamberamo Tengah, Jayapura, Kota Jayapura, Kabupaten Biak Numfor, Merauke, Sarmi,

Yalimo, dan Keerom dengan rentang 64,9 sampai dengan 96,7 persen. Sedangkan 3 (tiga) kabupaten/kota yang memiliki persentase rumah tangga menggunakan tempat sampah terbuka terendah adalah Kabupaten Asmat, Intan Jaya, dan Puncak berturut-turut sebesar 22,6 persen, 15,3 persen, dan 2,7 persen.

## 4.2 Analisis dengan Metode *Spatial Pattern*

Analisis dengan metode *Spatial Pattern* menggambarkan pola persebaran kejadian penyakit malaria di kabupaten/kota Provinsi Papua selama 1 (satu) tahun yaitu pada tahun 2013. Perhitungan dan pengujian yang dilakukan adalah pengujian dependensi spasial persebaran kejadian penyakit malaria antar kabupaten/kota Provinsi Papua dengan Moran's I dan LISA, serta visualisasi dependensi spasial berupa Morans *Scatterplot*. Kemudian menghasilkan suatu kesimpulan dalam bentuk visualisasi berupa peta kerawanan kejadian penyakit malaria di kabupaten/kota Provinsi Papua pada tahun 2013.

### 4.2.1 Hubungan Kejadian Penyakit Malaria antar Kabupaten/Kota Provinsi Papua dan Pola Penyebaran Berdasarkan Indeks Moran's I

Perbandingan antara nilai indeks Moran's I dan nilai ekspektasinya  $E(I)$  pada tahun 2013 menunjukkan bahwa pola penyebaran penyakit malaria di Provinsi Papua tahun 2013 membentuk pola yang menyebar. Berdasarkan persamaan (2.2), (2.3), dan (2.4) didapatkan hasil yang disajikan pada Tabel 4.3 sebagai berikut.

**Tabel 4.3** Nilai  $I$ ,  $E(I)$ ,  $Var(I)$ ,  $Z_{hitung}$ , dan  $p-value$

Keterangan	Nilai
Indeks Moran's I ( $I$ )	-0,072
$E(I)$	-0,036
$Var(I)$	0,042
$Z_{hitung}$	-0,172
$p-value$	0,432**

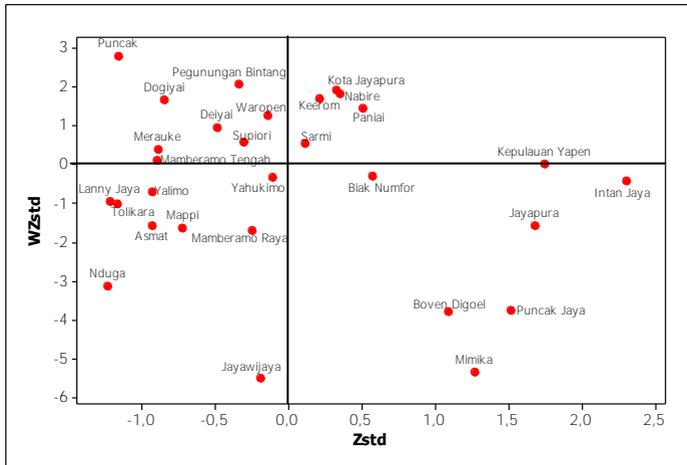
\*\*\*) signifikan dengan taraf nyata 20%

Autokorelasi spasial adalah hubungan variabel dengan dirinya sendiri berdasarkan letak geografis. Metode yang digunakan

dalam menghitung autokorelasi spasial adalah menggunakan Indeks Moran's I. Berdasarkan pengujian terhadap adanya autokorelasi spasial dengan indeks Moran's I (Tabel 4.3), menunjukkan bahwa kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua tahun 2013 tidak signifikan dengan  $\alpha = 20\%$  dan memiliki autokorelasi negatif.

#### **4.2.2 Identifikasi Pola Persebaran Kejadian Penyakit Malaria dengan Moran's Scatterplot**

Analisis menggunakan Moran's *Scatterplot* digunakan untuk melihat pola pengelompokan dan penyebaran antar lokasi. Pencaran titik-titik pengamatan pada Gambar 4.11 merupakan kabupaten/kota yang menyebar berdasarkan pengaruh terhadap kabupaten/kota di sekitarnya yang letaknya berdekatan. Kuadran I (*High-High*) menunjukkan kabupaten/kota yang prevalensi kejadian penyakit malariannya tinggi berada diantara kabupaten/kota yang prevalensi kejadian penyakit malariannya tinggi. Kuadran II (*Low-High*) menunjukkan kabupaten/kota yang prevalensi kejadian penyakit malariannya rendah berada diantara kabupaten/kota yang prevalensi kejadian penyakit malariannya tinggi. Kuadran III (*Low-Low*) menunjukkan kabupaten/kota yang prevalensi kejadian penyakit malariannya rendah berada diantara kabupaten/kota yang prevalensi kejadian penyakit malariannya rendah. Kuadran IV (*High-Low*) menunjukkan kabupaten/kota yang prevalensi kejadian penyakit malariannya tinggi berada diantara kabupaten/kota yang prevalensi kejadian penyakit malariannya rendah. Sumbu X (horizontal) merupakan prevalensi kejadian penyakit malaria dan sumbu Y (vertikal) merupakan prevalensi kejadian penyakit malaria yang dikalikan dengan pembobot. Berikut merupakan visualisasi dari Moran's *Scatterplot*. Berdasarkan Gambar 4.11 diperoleh informasi bahwa angka kejadian penyakit malaria tiap kabupaten/kota di Provinsi Papua pada tahun 2013 menyebar di 4 (empat) kuadran.



**Gambar 4.11** Moran's *Scatterplot* Kejadian Penyakit Malaria

Kuadran I terdapat 6 kabupaten/kota, kuadran II terdapat 8 kabupaten/kota, kuadran III terdapat 9 kabupaten/kota, dan kuadran IV terdapat 6 kabupaten/kota. Secara rinci dijelaskan pada Tabel 4.4 sebagai berikut.

**Tabel 4.4** Anggota Kuadran Moran's *Scatterplot*

Kuadran			
I (HH)	II (LH)	III (LL)	IV (HL)
Nabire	Merauke	Jayawijaya	Jayapura
Kep. Yapen	Pegunungan Bintang	Mappi	Biak Numfor
Paniai	Waropen	Asmat	Puncak Jaya
Sarmi	Supiori	Yahukimo	Mimika
Keerom	Mamberamo Tengah	Tolikara	Boven Digoel
Kota Jayapura	Puncak	Mamberamo Raya	Intan Jaya
	Dogiyai	Nduga	
	Deiyai	Lanny Jaya	
		Yalimo	

Berdasarkan Tabel 4.4, diketahui bahwa jumlah kabupaten/kota di tiap kuadran hampir merata. Kuadran III merupakan kuadran dengan jumlah kabupaten/kota terbanyak yaitu terdiri dari 9 kabupaten/kota. Kuadran III merupakan kabupaten/kota yang prevalensi kejadian penyakit malariannya

rendah berada diantara kabupaten/kota yang prevalensi kejadian penyakit malarianya juga rendah.

#### 4.2.3 Identifikasi Persebaran Kejadian Penyakit Malaria dengan *Local Indicator of Spatial Autocorrelation (LISA)*

Berikut merupakan nilai indeks LISA dari tiap kabupaten/kota di Provinsi Papua tahun 2013.

**Tabel 4.5** Nilai Indeks LISA dan *p-value*

<b>Kabupaten/Kota</b>	<b>Indeks LISA (<math>I_i</math>)</b>	<b><i>p-value</i></b>
Merauke	-0,013	0,458
Jayawijaya	0,596	0,320
Jayapura	-0,278	0,336
Nabire	0,623	0,104**
Kepulauan Yapen	-0,649	0,200
Biak Numfor	-1,207	0,154**
Paniai	-0,149	0,420
Puncak Jaya	0,315	0,086**
Mimika	-0,148	0,172**
Boven Digoel	0,103	0,170**
Mappi	-0,482	0,270
Asmat	-0,129	0,362
Yahukimo	0,011	0,454
Pegunungan Bintang	-0,033	0,494
Tolikara	-0,022	0,466
Sarmi	0,202	0,004**
Keerom	1,097	0,008**
Waropen	0,537	0,088**
Supiori	0,211	0,348
Mamberamo Raya	-1,795	0,004**
Nduga	-0,452	0,200
Lanny Jaya	-0,008	0,422
Mamberamo Tengah	-0,047	0,494
Yalimo	-0,787	0,414
Puncak	-0,020	0,500
Dogiyai	0,082	0,460
Intan Jaya	-0,016	0,476
Deiyai	0,000	0,002**
Kota Jayapura	-0,053	0,400

\*\* ) signifikan dengan taraf nyata 20%

Uji *Local Indicator of Spatial Autocorrelation* (LISA) menolak hipotesis awal jika  $p\text{-value} < \alpha$  dengan taraf signifikansi 20%. Hasil yang beragam dihasilkan dari pengujian LISA. Kabupaten Nabire, Biak Numfor, Puncak Jaya, Mimika, Boven Digoel, Sarmi, Keerom, Waropen, Mamberamo Raya, dan Deiyai merupakan kabupaten/kota yang signifikan.

#### 4.2.4 Peta Kerawanan Kejadian Penyakit Malaria

Menyusun peta kerawanan kejadian penyakit malaria di kabupaten/kota Provinsi Papua pada tahun 2013 bertujuan untuk menentukan prioritas wilayah yang perlu diperhatikan untuk menekan persebaran kejadian penyakit malaria. Peta kerawanan menggambarkan beberapa kabupaten/kota rawan malaria yang perlu diperhatikan berdasarkan prevalensi kejadian penyakit malaria di tiap kabupaten/kota. Berikut merupakan kategori rawan kejadian penyakit malaria di tiap kabupaten/kota di Provinsi Papua tahun 2013.

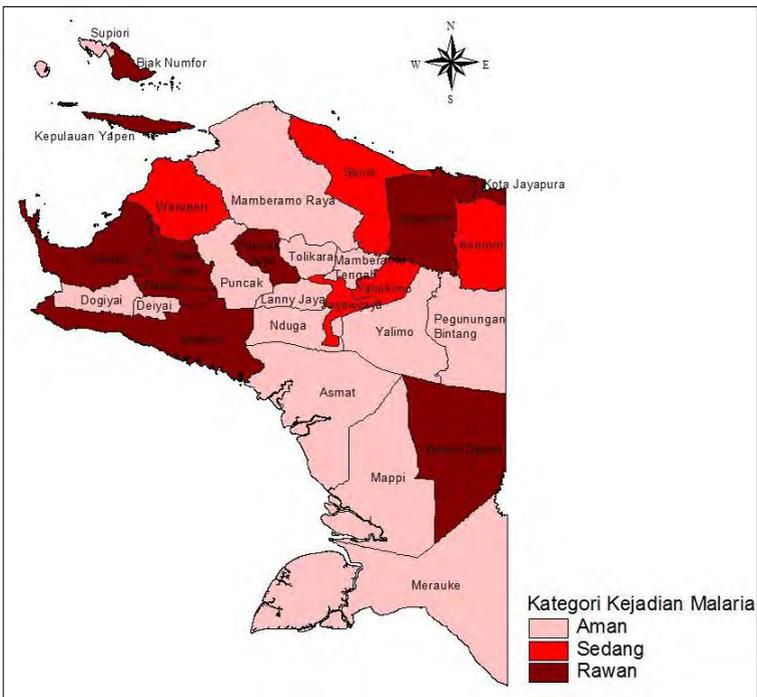
**Tabel 4.6** Kriteria Kabupaten/Kota Berdasarkan Kategori Kejadian

Nomer	Kabupaten/Kota	Kategori Kejadian
1	Merauke	Aman
2	Jayawijaya	Sedang
3	Jayapura	Rawan
4	Nabire	Rawan
5	Kepulauan Yapen	Rawan
6	Biak Numfor	Rawan
7	Paniai	Rawan
8	Puncak Jaya	Rawan
9	Mimika	Rawan
10	Boven Digoel	Rawan
11	Mappi	Aman
12	Asmat	Aman
13	Yahukimo	Sedang
14	Pegunungan Bintang	Aman
15	Tolikara	Aman
16	Sarmi	Sedang
17	Keerom	Sedang
18	Waropen	Sedang
19	Suptiori	Aman
20	Mamberamo Raya	Aman
21	Nduga	Aman

**Tabel 4.6** Kriteria kabupaten/Kota Berdasarkan Kategori Kejadian (Lanjutan)

Nomer	Kabupaten/Kota	Kategori Kejadian
22	Lanny Jaya	Aman
23	Mamberamo Tengah	Aman
24	Yalimo	Aman
25	Puncak	Aman
26	Dogiyai	Aman
27	Intan Jaya	Rawan
28	Deiyai	Aman
29	Kota Jayapura	Rawan

Tabel 4.6 memberikan informasi bahwa terdapat 14 kabupaten/kota tergolong aman, 5 kabupaten/kota tergolong sedang, dan 10 kabupaten/kota tergolong rawan. Berikut merupakan pemetaan peta kerawanan kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua tahun 2013.

**Gambar 4.12** Peta Kerawanan Kejadian Penyakit Malaria

Berdasarkan Gambar 4.12 menunjukkan bahwa kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua dalam kategori rawan mempunyai pola menyebar sehingga dalam penanganan penyakit tersebut harus diketahui beberapa faktor yang mempengaruhi kejadian penyakit malaria di tiap kabupaten/kota di Provinsi Papua untuk mengurangi angka prevalensi kejadian penyakit malaria. Langkah selanjutnya adalah analisis variabel yang diduga berpengaruh terhadap kejadian penyakit malaria menggunakan *Geographically Weighted Regression* (GWR) yang terlebih dahulu melakukan analisis regresi linier berganda.

### **4.3 Analisis dengan *Geographically Weighted Regression* (GWR)**

Analisis menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) bertujuan untuk mengetahui variabel yang berpengaruh terhadap prevalensi kejadian penyakit malaria. Langkah pertama adalah melakukan analisis multikolinieritas untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antar variabel bebas (prediktor) kemudian dilanjutkan dengan pemodelan regresi linier berganda (global), antara lain estimasi parameter, uji signifikansi parameter secara serentak maupun parsial, dan uji asumsi residual. Langkah berikutnya melakukan uji aspek spasial, jika ditemukan adanya dependensi atau heterogenitas spasial maka analisis dilanjutkan dengan pemodelan menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) hingga terpilih model terbaik antara regresi global dan GWR dengan membandingkan AIC yang paling minimum.

#### **4.3.1 Deteksi Multikolinieritas**

Salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam pembentukan model regresi dengan beberapa variabel prediktor adalah tidak ada kasus multikolinieritas atau tidak terdapat korelasi antara satu variabel prediktor dengan variabel prediktor yang lain. Pendeteksian multikolinieritas dilakukan berdasarkan nilai VIF, jika nilai VIF yang dihasilkan adalah kurang dari 10 maka tidak terjadi multikolinieritas antar variabel prediktor. Berdasarkan

Lampiran 5, diketahui bahwa nilai VIF masing-masing variabel prediktor kurang dari 10. Sehingga, tidak terjadi kasus multikolinieritas antar variabel prediktor. Oleh karena itu, semua variabel prediktor dapat digunakan dalam pemodelan regresi dan dapat dilanjutkan dengan analisis pemodelan angka prevalensi kejadian penyakit malaria menggunakan metode regresi linier berganda.

#### 4.3.2 Pemodelan Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria dengan Regresi Linier Berganda

Pemodelan angka prevalensi kejadian penyakit malaria dan faktor yang diduga mempengaruhinya menggunakan metode penaksiran parameter *Ordinary Least Square* (OLS) bertujuan untuk mengetahui variabel yang signifikan terhadap angka prevalensi kejadian penyakit malaria secara global. Berikut merupakan hasil pemodelan prevalensi kejadian penyakit malaria dengan regresi linier berganda.

$$\hat{Y} = 1,55 - 0,080X_1 + 0,031X_2 + 0,301X_3 + 0,237X_4 + 0,084X_5 + 0,166X_6 + 0,273X_7 - 0,146X_8$$

Angka prevalensi kejadian penyakit malaria akan mengalami penurunan sebesar 0,080 jika persentase rumah tangga dengan plafon kayu/tripleks ( $X_1$ ) meningkat sebesar 1 persen dengan syarat variabel prediktor yang lain konstan. Sebaliknya, angka prevalensi kejadian penyakit malaria akan mengalami peningkatan sebesar 0,031 jika persentase kepadatan hunian ( $X_2$ ) meningkat sebesar 1 persen dengan syarat variabel prediktor yang lain konstan. Setiap variabel dalam model regresi tersebut memiliki interpretasi yang sama. Nilai  $R^2$  yang dihasilkan mendekati 50 persen yaitu sebesar 47,7 persen, diartikan bahwa model regresi linier berganda antara variabel angka prevalensi kejadian penyakit malaria dan variabel prediktor yang diduga mempengaruhinya mampu menjelaskan data sebesar 47,7 persen, sedangkan 52,3 persen sisanya dijelaskan oleh variabel lain di luar model.

### 4.3.3 Penaksiran Parameter Regresi Linier untuk Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria

Metode penaksiran *Ordinary Least Square* (OLS) menghasilkan nilai penaksir parameter model regresi linier berganda yang disajikan pada Tabel 4.7. Nilai AIC yang dihasilkan sebesar 228,916.

**Tabel 4.7** Estimasi Parameter Model Regresi Linier

Parameter	Estimasi
$\hat{\beta}_0$	1,55
$\hat{\beta}_1$	-0,080
$\hat{\beta}_2$	0,031
$\hat{\beta}_3$	0,301
$\hat{\beta}_4$	0,237
$\hat{\beta}_5$	0,084
$\hat{\beta}_6$	0,166
$\hat{\beta}_7$	0,273
$\hat{\beta}_8$	-0,146

### 4.3.4 Uji Signifikansi Parameter Regresi Linier untuk Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria

Nilai estimasi parameter yang telah diperoleh tersebut kemudian diuji signifikansi parameter secara serentak dan parsial untuk mengetahui pengaruh dari variabel prediktor yang digunakan. Pengujian parameter model regresi linier berganda secara serentak disajikan pada Tabel 4.8. Hipotesis untuk uji signifikansi parameter secara serentak pada model regresi linier berganda adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_8 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, 8$$

**Tabel 4.8** Pengujian Model Regresi Linier Berganda secara Serentak

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Rata-rata Kuadrat	F <sub>hitung</sub>	p-value
Regresi	8	2086,5	260,8	2,28	0,064**
Error	20	2283,4	114,2		
Total	28	4369,9			

\*\*\*) signifikan dengan taraf nyata 20%

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.8, didapatkan  $F_{hitung}$  sebesar 2,28 dan  $p$ -value sebesar 0,064. Berdasarkan taraf signifikansi ( $\alpha$ ) 20%, nilai  $F_{(0,2;8;20)}$  sebesar 1,558 maka Tolak  $H_0$  karena  $F_{hitung} > F_{(0,2;8;20)}$  atau  $p$ -value  $< 0,2$ . Hal ini berarti pemodelan dengan regresi linier berganda secara serentak menghasilkan parameter yang signifikan.

Selanjutnya untuk mengetahui variabel prediktor mana saja yang memberikan pengaruh secara signifikan, maka dilakukan pengujian parameter secara parsial (individu) yang disajikan pada Tabel 4.9. Uji parameter secara parsial terhadap model regresi linier berganda dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, 8$$

**Tabel 4.9** Pengujian Model Regresi Linier Berganda secara Parsial

Parameter	$T_{hitung}$	$p$ -value	Keputusan
$\beta_0$	0,16		
$\beta_1$	-0,42	0,677	Gagal Tolak $H_0$
$\beta_2$	0,26	0,798	Gagal Tolak $H_0$
$\beta_3$	1,12	0,276	Gagal Tolak $H_0$
$\beta_4$	1,52	0,144**	Tolak $H_0$
$\beta_5$	1,28	0,217	Gagal Tolak $H_0$
$\beta_6$	1,79	0,089*	Tolak $H_0$
$\beta_7$	0,60	0,553	Gagal Tolak $H_0$
$\beta_8$	-1,17	0,256	Gagal Tolak $H_0$

\*) signifikan dengan taraf nyata 10%

\*\*) signifikan dengan taraf nyata 20%

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.9, dengan taraf signifikansi ( $\alpha$ ) 20% dimana  $T_{(\frac{\alpha}{2}, n-p-1)} = T_{(0,1;20)} = 1,325$ , maka dapat dikatakan bahwa variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap model secara parsial adalah variabel persentase rumah tangga memakai air bersih antara 20 sampai dengan 49,9 liter ( $X_4$ ) dan variabel persentase penderita penyakit malaria dengan mendapatkan obat ACT (*Artemisinin-based Combination Therapy*) program ( $X_6$ ).

### 4.3.5 Pemeriksaan Asumsi Residual Regresi Linier untuk Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria

Setelah melakukan pengujian signifikansi parameter secara serentak dan parsial, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian asumsi residual identik, independen, dan berdistribusi normal. Berikut ini merupakan uji asumsi residual.

#### a. Uji Asumsi Residual Identik

Salah satu uji asumsi dalam regresi OLS adalah varians residual harus bersifat homoskedastisitas (bersifat identik) atau tidak terjadi kasus heteroskedastisitas. Cara mengidentifikasi adanya kasus heteroskedastisitas adalah dengan membuat model regresi antara residual dan variabel prediktornya. Apabila terdapat variabel prediktor yang signifikan terhadap model maka dikatakan bahwa residual tersebut tidak identik atau terjadi kasus heteroskedastisitas. Pengujian asumsi residual identik adalah sebagai berikut.

**Tabel 4.10** Uji Asumsi Residual Identik

Parameter	$T_{hitung}$	p-value	Keputusan
$\beta_1$	-1,40	0,178**	Tolak $H_0$
$\beta_2$	1,20	0,245	Gagal Tolak $H_0$
$\beta_3$	-0,20	0,840	Gagal Tolak $H_0$
$\beta_4$	1,71	0,103**	Tolak $H_0$
$\beta_5$	0,66	0,517	Gagal Tolak $H_0$
$\beta_6$	0,98	0,339	Gagal Tolak $H_0$
$\beta_7$	2,12	0,047*	Tolak $H_0$
$\beta_8$	-1,57	0,131**	Tolak $H_0$

\*) signifikan dengan taraf nyata 10%

\*\*\*) signifikan dengan taraf nyata 20%

Tabel 4.10 merupakan hasil regresi antara absolut residual dari model awal dengan semua variabel prediktor yang digunakan. Jika ada variabel prediktor yang memiliki  $p\text{-value} < \alpha$ , maka diputuskan bahwa varians residual tersebut heterogen. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, terdapat variabel yang memiliki  $p\text{-value} < 0,2$  yaitu  $X_1$ ,  $X_4$ ,  $X_7$ , dan  $X_8$ . Maka dapat dikatakan bahwa variabel persentase rumah tangga menggunakan plafon kayu/tripleks ( $X_1$ ), variabel persentase rumah tangga

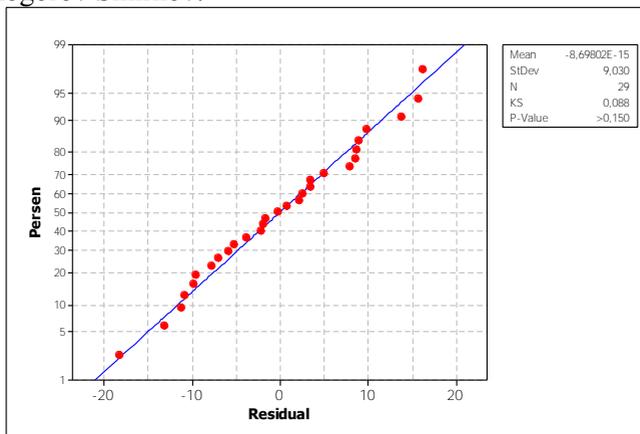
memakai air bersih antara 20 sampai dengan 49,9 liter ( $X_4$ ), variabel persentase rumah tangga ber-PHBS ( $X_7$ ), dan variabel persentase rumah tangga menggunakan tempat sampah terbuka ( $X_8$ ) berpengaruh pada taraf signifikansi 20%. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa asumsi varians residual homogen (identik) tidak terpenuhi.

### b. Uji Asumsi Residual Independen

Uji asumsi residual independen digunakan untuk mengetahui adanya hubungan antar residual. Statistik uji yang digunakan adalah *Durbin-Watson*. Berdasarkan Lampiran 7 diperoleh nilai  $d=1,52554$  dengan nilai  $d_L=0,826$  dan  $d_U=2,164$ , sehingga diputuskan gagal tolak  $H_0$  karena nilai  $d > d_L$  yaitu  $1,52554 > 0,826$ . Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antar residual, sehingga dapat dikatakan bahwa asumsi residual independen terpenuhi.

### c. Uji Asumsi Residual Distribusi Normal

Uji residual berdistribusi normal yaitu dilakukan dengan uji Kolmogorov Smirnov.



**Gambar 4.13** *Probability Plot* Residual Regresi Linier Berganda

Berdasarkan Gambar 4.13, menunjukkan bahwa titik merah menyebar mendekati garis lurus yang berarti residual model telah berdistribusi normal. Selain itu, juga dapat ditunjukkan dari p-

*value*, pada taraf signifikansi ( $\alpha$ ) 20% diperoleh *p-value* sebesar lebih dari 0,150 tepatnya bernilai 0,892, maka diputuskan gagal tolak  $H_0$  yang artinya bahwa residual dari regresi linier berganda mengikuti distribusi normal.

Berdasarkan hasil pengujian terhadap residual tersebut, disimpulkan bahwa residual pada model regresi linier berganda telah memenuhi asumsi independen dan berdistribusi normal tetapi tidak memenuhi asumsi identik atau bersifat heteroskedastisitas. Oleh karena tidak terpenuhinya asumsi identik atau varians residual tidak homogen, maka diduga kejadian penyakit malaria menyebar secara spasial. Selanjutnya perlu dilakukan pemodelan *Geographically Weighted Regression*.

#### **4.3.6 Uji Aspek Spasial dari Data**

Sebelum melakukan pemodelan *Geographically Weighted Regression*, perlu dilakukan uji aspek spasial yang berupa uji dependensi spasial dan heterogenitas spasial.

##### **a. Uji Dependensi Spasial**

Uji dependensi spasial dilakukan untuk melihat apakah pengamatan di suatu lokasi berpengaruh terhadap pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Pengujian dependensi spasial dilakukan dengan uji Moran's I. Secara terperinci telah dilakukan analisis dependensi spasial yaitu dengan metode *Spatial Pattern*. Analisis tersebut memutuskan gagal tolak  $H_0$  yang berarti tidak terdapat dependensi spasial pada prevalensi kejadian penyakit malaria serta faktor yang diduga mempengaruhinya.

##### **b. Uji Heterogenitas Spasial**

Uji heterogenitas spasial dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat karakteristik atau keunikan sendiri di setiap lokasi pengamatan. Pengujian ini menggunakan statistik uji *Breusch-Pagan*. Hasil pengujian pada taraf signifikansi ( $\alpha$ ) 20% dihasilkan nilai statistik uji BP sebesar 12,0245 dan *p-value* sebesar 0,1501. Sehingga,  $BP > \chi_{0,2;8}^2$  ( $12,0245 > 11,03009$ ) atau *p-value*  $< \alpha$  maka diputuskan tolak  $H_0$  yang artinya varians di tiap

lokasi berbeda (heterogen). Oleh karena salah satu pengujian aspek spasial terpenuhi, maka dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan metode GWR.

#### 4.3.7 Penaksiran Parameter Model *Geographically Weighted Regression* (GWR) untuk Prevalensi Kejadian Penyakit Malaria

Langkah awal yang dilakukan untuk mendapatkan model *Geographically Weighted Regression* adalah menentukan titik koordinat lintang dan bujur tiap lokasi (Lampiran 2), menghitung jarak Euclidean (Lampiran 10), dan menentukan nilai bandwidth optimum berdasarkan kriteria *Cross Validation* (CV). Nilai bandwidth optimum sebesar 1,057. Langkah selanjutnya adalah menentukan matriks pembobot dengan fungsi kernel Gaussian dan menaksir parameter model *Geographically Weighted Regression*. Matriks pembobot yang diperoleh untuk tiap lokasi kemudian digunakan untuk membentuk model, sehingga tiap lokasi memiliki model yang berbeda. Estimasi parameter model *Geographically Weighted Regression* tertera pada Tabel 4.11.

**Tabel 4.11** Estimasi Parameter Model GWR

Parameter	Minimum	Maksimum
$\hat{\beta}_0$	-20,288	39,620
$\hat{\beta}_1$	-0,829	0,690
$\hat{\beta}_2$	-0,620	0,353
$\hat{\beta}_3$	-0,276	0,691
$\hat{\beta}_4$	-0,482	0,788
$\hat{\beta}_5$	-0,003	0,502
$\hat{\beta}_6$	-0,147	0,512
$\hat{\beta}_7$	-1,682	1,690
$\hat{\beta}_8$	-0,266	0,001

Pemodelan angka prevalensi kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua menggunakan pendekatan *Geographically Weighted Regression* (GWR) untuk sementara merupakan model yang lebih baik jika dibandingkan dengan model regresi linier berganda. Hal tersebut dapat diidentifikasi berdasarkan nilai  $R^2$

yang lebih besar yaitu sebesar 95,127 persen yang artinya sebanyak 95,127 persen variabel respon dapat dijelaskan oleh variabel prediktor. Selanjutnya, melakukan pengujian terhadap parameter model GWR.

#### **4.3.8 Uji Hipotesis Model *Geographically Weighted Regression* (GWR)**

Pengujian hipotesis model *Geographically Weighted Regression* (GWR) terdiri dari dua macam pengujian, yaitu uji kesesuaian model *Geographically Weighted Regression* (GWR) dan uji signifikansi parameter model *Geographically Weighted Regression* (GWR).

##### **a. Uji Kesesuaian Model GWR**

Pengujian parameter yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah menguji kesamaan antara model regresi linier berganda dengan model GWR. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah model GWR menghasilkan model yang lebih baik dari model linier. Hipotesis untuk pengujian ini adalah sebagai berikut.

$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k, k = 1, 2, \dots, 8$  (tidak ada perbedaan signifikan antara model regresi global dan model GWR)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k$  (ada perbedaan signifikan antara model regresi global dan model GWR)

Pada taraf signifikansi ( $\alpha$ ) 30%, diperoleh nilai  $F_{(0,3;16,317;3,683)}$  sebesar 2,078 dan  $F_{hitung}$  sebesar 2,194 sehingga diputuskan tolak  $H_0$  yang artinya terdapat perbedaan signifikan antara model regresi global dan model GWR. Oleh karena itu, model kejadian penyakit malaria akan tepat apabila menggunakan taraf signifikansi 30%.

##### **b. Uji Signifikansi Parameter Model GWR**

Selanjutnya dilakukan uji signifikansi parameter model pada tiap lokasi dengan menguji parameter secara parsial untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh secara

signifikan terhadap variabel respon di tiap lokasi pengamatan. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

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

$$H_1 : \beta_k (u_i, v_i) \neq 0; i = 1, 2, \dots, 29; k = 1, 2, \dots, 8$$

Pada taraf signifikansi ( $\alpha$ ) 30%, nilai  $T_{(0,3/2;3,683)} = 1,249778$ . Berikut disajikan variabel yang signifikan di tiap kabupaten/kota Provinsi Papua tahun 2013 pada Tabel 4.12 sebagai berikut.

**Tabel 4.12** Variabel Signifikan di Tiap Kabupaten/Kota

Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan
Merauke	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_7, X_8$
Jayawijaya	$X_1, X_4, X_5, X_6$
Jayapura	$X_1, X_4, X_6$
Nabire	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_7$
Kepulauan Yapen	$X_2, X_6$
Biak Numfor	$X_1, X_2, X_6$
Paniai	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Puncak Jaya	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6$
Mimika	$X_3, X_4, X_5, X_6$
Boven Digoel	$X_1, X_2, X_5$
Mappi	$X_1, X_2, X_5, X_7$
Asmat	$X_4, X_5, X_6$
Yahukimo	$X_1, X_4, X_6$
Pegunungan Bintang	$X_4, X_6$
Tolikara	$X_3, X_4, X_5, X_6$
Sarmi	$X_1, X_3, X_4, X_6$
Keerom	$X_1, X_4, X_6$
Waropen	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Supiori	$X_1, X_2, X_6$
Mamberamo Raya	$X_3, X_4, X_5, X_6$
Nduga	$X_3, X_4, X_5, X_6$
Lanny Jaya	$X_3, X_4, X_5, X_6$
Mamberamo Tengah	$X_1, X_4, X_5, X_6$
Yalimo	$X_4, X_5, X_6$
Puncak	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6$
Dogiyai	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_7$
Intan Jaya	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6$
Deiyai	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Kota Jayapura	$X_1, X_4, X_6$

Berdasarkan Tabel 4.12, diketahui bahwa semua lokasi teridentifikasi variabel yang signifikan dan semua variabel prediktor ternyata signifikan di kabupaten/kota Provinsi Papua. Variabel persentase rumah tangga memakai air bersih ( $X_4$ ) dan persentase penderita malaria melakukan ACT program ( $X_6$ ) merupakan variabel yang berpengaruh hampir di semua kabupaten/kota di Provinsi Papua.

#### 4.3.9 Pemodelan GWR Tiap Kabupaten/Kota

Model GWR merupakan model yang layak digunakan untuk menggambarkan persebaran kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua. Model GWR pada kabupaten/kota di Provinsi Papua berbeda-beda. Berikut merupakan interpretasi dari model GWR di Kabupaten Intan Jaya.

$$\hat{Y} = -6,829 - 0,479X_1 + 0,049X_2 + 0,443X_3 + 0,432X_4 + 0,200X_5 + 0,250X_6 + 0,698X_7 - 0,039X_8$$

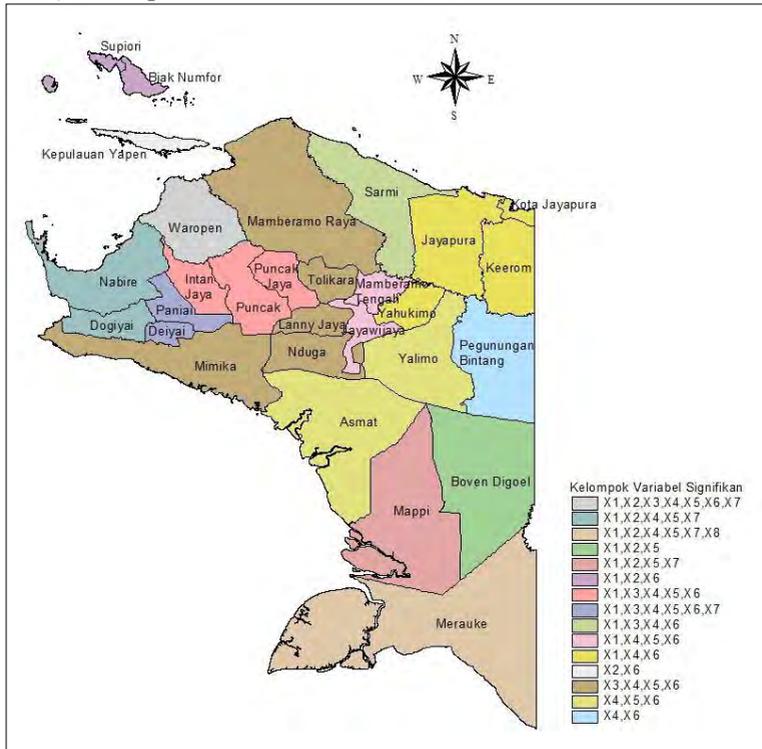
Model ini merupakan model GWR Kabupaten Intan Jaya yang memiliki arti bahwa jika persentase rumah tangga menggunakan plafon kayu/tripleks ( $X_1$ ) meningkat 1 persen, maka akan berdampak pada penurunan angka prevalensi kejadian penyakit malaria sebesar 0,479 dengan syarat besarnya variabel lain konstan. Jika variabel persentase rumah tangga mengurus bak mandi seminggu sekali ( $X_3$ ) meningkat 1 persen, maka akan berdampak pada peningkatan angka prevalensi kejadian penyakit malaria sebesar 0,443 dengan syarat besarnya variabel lain konstan. Jika variabel persentase rumah tangga menggunakan air bersih antara 20 sampai dengan 49,9 liter ( $X_4$ ) meningkat 1 persen, maka akan berdampak pada peningkatan angka prevalensi kejadian penyakit malaria sebesar 0,432 dengan syarat besarnya variabel lain konstan. Jika variabel persentase pengetahuan rumah tangga mengetahui keberadaan fasilitas kesehatan rumah sakit pemerintah ( $X_5$ ) meningkat 1 persen, maka akan berdampak pada peningkatan angka prevalensi kejadian penyakit malaria sebesar 0,200 dengan syarat besarnya variabel lain konstan. Dan jika

variabel persentase pengobatan malaria dengan mendapatkan obat ACT program ( $X_6$ ) meningkat 1 persen, maka akan berdampak pada peningkatan angka prevalensi kejadian penyakit malaria sebesar 0,250 dengan syarat besarnya variabel lain konstan.

Model GWR untuk setiap lokasi di Provinsi Papua secara lengkap disajikan pada Lampiran 13. Kabupaten/kota di Provinsi Papua tahun 2013 memiliki pemodelan prevalensi kejadian penyakit malaria yang berbeda-beda. Berdasarkan variabel yang signifikan untuk tiap kabupaten/kota, maka terbentuk pengelompokan kabupaten/kota di Provinsi Papua yang memiliki kesamaan variabel yang berpengaruh terhadap prevalensi kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua. Pengelompokan yang terbentuk sebanyak 15 kelompok. Pengelompokan kabupaten/kota yang memiliki kesamaan variabel yang berpengaruh terhadap prevalensi kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua disajikan pada Gambar 4.14 dan terangkum pada Tabel 4.13. Gambar 4.14 menunjukkan persebaran kelompok wilayah yang memiliki kesamaan variabel yang signifikan berpengaruh terhadap kejadian penyakit malaria. Terdapat kabupaten/kota yang memiliki kesamaan variabel yang berpengaruh dengan kabupaten/kota di sekitarnya, namun terdapat kabupaten/kota yang tidak memiliki kesamaan dengan kabupaten/kota di sekitarnya. Kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua pada tahun 2013 diketahui bahwa memiliki pola menyebar yang mengartikan bahwa variabel yang berpengaruh di tiap lokasi bervariasi, sehingga membentuk kelompok dengan jumlah yang tidak sedikit.

Wilayah seperti Kabupaten Merauke, Kepulauan Yapen, Boven Digoel, Mappi, Pegunungan Bintang, Sarmi, dan Waropen merupakan kabupaten/kota yang memiliki keunikan tersendiri yang berbeda dari kabupaten/kota lainnya. Sedangkan selain kabupaten/kota tersebut memiliki kesamaan variabel yang berpengaruh dengan kabupaten/kota yang letaknya berdekatan. Misalnya pada Kabupaten Biak Numfor dan Supiori yang memiliki kesamaan variabel yang berpengaruh terhadap kejadian

penyakit malaria yaitu variabel persentase rumah tangga menggunakan plafon kayu/tripleks ( $X_1$ ), persentase kepadatan hunian ( $X_2$ ), dan persentase pengobatan malaria dengan mendapatkan obat ACT program ( $X_6$ ). Berikut merupakan visualisasi dari persebaran kejadian penyakit malaria menurut pengelompokan variabel signifikan yang dibagi menjadi 15 (lima belas) kelompok.



**Gambar 4.14** Persebaran menurut Pengelompokan Variabel Signifikan Pengelompokan kabupaten/kota berdasarkan variabel yang signifikan terbagi menjadi 15 (lima belas) kelompok. Berikut merupakan rincian dari pengelompokan tersebut yang dijelaskan pada Tabel 4.13.

**Tabel 4.13** Pengelompokan Kabupaten/Kota Berdasarkan Variabel Signifikan

<b>Kelompok</b>	<b>Kabupaten/Kota</b>	<b>Variabel Signifikan</b>
1	Merauke	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_7, X_8$
2	Jayawijaya, Mamberamo Tengah	$X_1, X_4, X_5, X_6$
3	Jayapura, Yahukimo, Keerom, Kota Jayapura	$X_1, X_4, X_6$
4	Nabire, Dogiyai	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_7$
5	Kepulauan Yapen	$X_2, X_6$
6	Biak Numfor, Supiori	$X_1, X_2, X_6$
7	Paniai, Deiyai	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
8	Puncak Jaya, Puncak, Intan Jaya	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6$
9	Mimika, Tolikara, Mamberamo Raya, Nduga, Lanny Jaya	$X_3, X_4, X_5, X_6$
10	Boven Digoel	$X_1, X_2, X_5$
11	Mappi	$X_1, X_2, X_5, X_7$
12	Asmat, Yalimo	$X_4, X_5, X_6$
13	Pegunungan Bintang	$X_4, X_6$
14	Sarmi	$X_1, X_3, X_4, X_6$
15	Waropen	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$

signifikan dengan taraf nyata 30%

Tabel 4.13 merupakan variabel yang berpengaruh di tiap kabupaten/kota Provinsi Papua dengan taraf signifikansi ( $\alpha$ ) 30%.

#### 4.3.10 Pemilihan Model Terbaik

Untuk mengetahui model mana yang terbaik, perlu dilakukan pemilihan model terbaik dari kedua model yaitu model regresi linier berganda dan model *Geographically Weighted Regression* (GWR). Kriteria yang digunakan untuk pemilihan model terbaik adalah nilai AIC dari tiap model. Model terbaik adalah model yang memiliki nilai AIC minimum. Berikut disajikan perbandingan nilai AIC dari kedua model.

**Tabel 4.14** Nilai AIC Model Regresi Global dan GWR

<b>Model</b>	<b>AIC</b>
Regresi Linier Berganda (Global)	228,916
<i>Geographically Weighted Regression</i> (GWR)	187,970

Berdasarkan nilai AIC pada Tabel 4.14, model *Geographically Weighted Regression* memiliki nilai AIC yang minimum. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa model *Geographically Weighted Regression* merupakan model yang terbaik.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisis dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan bahwa persebaran kejadian penyakit malaria mempunyai pola yang menyebar. Kabupaten/kota di Provinsi Papua yang tergolong rawan yaitu Kabupaten Jayapura, Nabire, Kepulauan Yapen, Biak Numfor, Paniai, Puncak Jaya, Mimika, Boven Digoel, Intan Jaya, dan Kota Jayapura. Hasil uji asumsi residual regresi linier berganda telah terpenuhi kecuali asumsi identik atau bersifat heteroskedastisitas maka diduga kejadian penyakit malaria menyebar secara spasial. Berdasarkan aspek spasial, salah satu terpenuhi yaitu pada pengujian heterogenitas spasial maka dilakukan pemodelan GWR menggunakan fungsi pembobot kernel gaussian.

Berdasarkan uji kesesuaian model GWR, menghasilkan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan antara model regresi linier dengan model GWR. Hasil pemodelan dengan GWR diperoleh model yang berbeda-beda untuk tiap kabupaten/kota di Provinsi Papua. Kabupaten Intan Jaya merupakan kabupaten dengan prevalensi malaria tertinggi di Provinsi Papua yang dipengaruhi oleh beberapa variabel yaitu  $X_1$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$ , dan  $X_6$ . Berdasarkan variabel yang signifikan untuk tiap kabupaten/kota, terbentuk pengelompokan kabupaten/kota yang memiliki kesamaan variabel yang berpengaruh terhadap kejadian penyakit malaria di Provinsi Papua yaitu terbentuk 15 kelompok. Model GWR memiliki nilai AIC yang minimum yaitu sebesar 187,970 sehingga dapat dikatakan bahwa model GWR adalah model yang terbaik jika dibandingkan dengan model regresi linier berganda.

#### **5.2 Saran**

Pada penelitian selanjutnya disarankan menggunakan pembobot selain *Queen Contiguity* pada metode *Spatial Pattern Analysis* karena penggunaan pembobot pada pemodelan yang tidak tepat akan meningkatkan error sehingga dapat menyebabkan

bias dalam estimasi. Kemudian dalam pemilihan variabel sebaiknya variabel yang lebih bervariasi dari aspek lingkungan, perilaku, dan fasilitas kesehatan atau dengan menambahkan selain tiga aspek tersebut karena nilai  $R^2$  pada penelitian ini mendekati 50 persen yang artinya masih ada variabel lain yang dapat menjelaskan kejadian penyakit malaria. Saran untuk pemerintah Provinsi Papua terhadap penanganan kejadian malaria yaitu lebih mengutamakan kabupaten/kota yang tergolong rawan dengan memperhatikan faktor risiko di tiap kabupaten/kota tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics : Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- \_\_\_\_\_ (1995). Local Indicators of Spatial Association-LISA. *Geographical Analysis* , 27(2) : 93-115.
- Arrowiyah. (2011). *Spatial Pattern Analysis Kejadian Penyakit Demam Berdarah Dengue untuk Informasi Early Warning Bencana di Kota Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Statistika. Surabaya: Digital Library ITS.
- Astuti, S. P. (2014). *Spatial Pattern Analysis Kejadian Serangan Hama Tikus, Penggerek Batang Padi dan Penyakit Xanthomonas Oryzae di Kabupaten Bojonegoro*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Statistika, Surabaya.
- Bozdogan, H. (2000). *Akaike's Information Criterion and Recent Developments in Information Complexity* (Vol. 44). Mathematical Psychology.
- Chasco, C., Garcia, I., dan Vicens, J. (2007). Modeling Spatial Variations in Household Disposable Income with Geographically Weighted Regression. *Munich Personal RePEc Archive (MPRA), Working Paper* , No.1682.
- Daniel, W. W. (1989). *Statistika Nonparametrik Terapan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Draper, N. R., dan Smith, H. (1998). *Applied Regression Analysis* (3rd Edition ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Dzikrina, A. M. (2013). *Pemodelan Angka Prevalensi Penderita Kusta dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi di Jawa Timur dengan Pendekatan Geographically Weighted Regression (GWR)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Statistika, Surabaya.
- Ekayani, G. (2011). *Analisis Regresi Logistik Biner untuk Mengetahui Faktor-faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Penyakit Malaria di Provinsi Papua Barat*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Statistika. Surabaya: Digital Library ITS.

- Fotheringham, A. S., Brunson, C., dan Charlton, M. E. (2002). *Geographically Weighted Regression : The Analysis of Spatially Varying Relationships*. Chichester: John Wiley & Sons, Inc.
- Gujarati, D. N. (2004). *Basic Econometrics. Edisi Ke-4*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Hidayah, R. N. (2014). *Pemodelan Proporsi Kasus Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Bagian Atas pada Balita di Kabupaten Gresik dengan Geographically Weighted Regression*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Statistika, Surabaya.
- Hocking, R. R. (1996). *Method and Applications of Linear Models* (2nd Edition ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Kartika, Y. (2007). *Pola Penyebaran Spatial Demam Berdarah Dengue di Kota Bogor Tahun 2005*. Bogor: Departemen Statistika, FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Kementerian Kesehatan RI. (2011). *Epidemiologi Malaria di Indonesia. Buletin Jendela Data dan Informasi Kesehatan* .  
 \_\_\_\_\_(2013). *Riset Kesehatan Dasar : Riskesdas 2013*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan .  
 \_\_\_\_\_(2014). *Situasi Malaria di Indonesia. InfoDatin* .
- Lee, J., dan Wong, D. W. (2001). *Statistical Analysis with ArcView GIS*. Canada: John Willey & Sons, Inc.
- Lestari, A. S. (2014). *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penyakit Malaria pada Ibu Hamil di Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Maluku, Maluku Utara, Papua, dan Papua Barat*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Statistika, Surabaya.
- O'Sullivan, D., dan Unwin, D. J. (2010). *Geographic Information Analysis* (2nd Edition ed.). Canada: John Wiley & Sons, Inc.

- Paradis, E. (2009). Moran's Autocorrelation Coefficient in Comparative Methods.
- Portal Nasional RI. (2010). *Profil Daerah Provinsi Papua*. Dipetik April 24, 2015, dari Portal Nasional RI Website: <http://www.indonesia.go.id/in/pemerintah-daerah/provinsi-papua/profil-daerah>
- Ramadhan, I. P. (2012). *Teori Blum Kesehatan Masyarakat*. Dipetik Maret 29, 2015, dari Muslim Dentist Website: <https://mhs.blog.ui.ac.id/putu01/2012/06/01/teori-blum-tentang-kesehatan-masyarakat/>
- Sekretariat Daerah Provinsi Papua. (2012). *Data Geografis Papua*. Dipetik April 27, 2015, dari Biro Pemkam Papua Website: [http://pemkam.papua.go.id/data\\_geografis.php](http://pemkam.papua.go.id/data_geografis.php)
- Siswatiningsih. (2003). *Faktor-faktor Risiko yang Berpengaruh terhadap Kejadian Malaria di Wilayah Kabupaten Jepara Tahun 2002*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Soemirat, J. (2000). *Epidemiologi Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sugiyanto. (2008). *Analisis Data Spasial Menggunakan Metode Geographically Weighted Regression (Studi Kasus Data Kemiskinan di Propinsi Papua)*. Tesis Jurusan Statistika FMIPA ITS. Surabaya: ITS.
- Susilowati, P. A. (2013). *Analisis Regresi pada Prevalensi Malaria di Provinsi Maluku Utara, Maluku, Papua Barat, dan Papua dengan Faktor yang Mempengaruhinya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Statistika. Surabaya: Digital Library ITS.
- Wahyuni, E. U. (2012). *Hubungan Faktor Lingkungan Tempat Tinggal dengan Kejadian Malaria pada Balita di Indonesia*. Depok: Universitas Indonesia.
- Walpole, R. (1995). *Pengantar Statistika*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wardah, F. (2013). *Kasus Malaria di Indonesia Masih Tinggi*. dari VOA Website: <http://www.voaindonesia.com/>

content/kasus-malaria-di-indonesia-masihtinggi/1648507.html. (Diunduh pada tanggal 3 Januari 2014).

Yasin, H. (2011). *Pemilihan Variabel pada Model Geographically Weighted Regression*. Semarang: Universitas Diponegoro.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1** Data Kejadian Penyakit Malaria dan Faktor yang Mempengaruhi di Provinsi Papua

<b>Kab/Kota</b>	<b>Y</b>	<b>X<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>X<sub>3</sub></b>	<b>X<sub>4</sub></b>	<b>X<sub>5</sub></b>	<b>X<sub>6</sub></b>	<b>X<sub>7</sub></b>	<b>X<sub>8</sub></b>
Merauke	6,1	51,4	23,4	15,2	35,8	64,5	65,6	26	70,8
Jayawijaya	14,8	42,8	33,2	24,7	34,6	46,2	17,2	23,5	76,1
Jayapura	38,2	42,5	22,1	30,1	32,7	54,3	89,4	20,3	75,4
Nabire	21,6	55,7	15,8	22,1	18,2	86,2	9,5	27,1	81,8
Kepulauan Yapen	39	49	25,9	28,3	22,8	35,6	41,5	29,6	52
Biak Numfor	24,4	54,7	23,7	30,3	34,7	87,4	30	19,4	73,4
Paniai	23,5	23,8	70,1	3	24	92,6	31,2	4,7	62,1
Puncak Jaya	36,1	35,3	73,3	8,3	40,8	87,1	33,5	4,8	48
Mimika	33,1	69,6	20,5	27,8	11	77,9	80,1	35,9	62,8
Boven Digoel	30,8	53,2	27,2	10,2	32,8	48,3	64,4	12	35,3
Mappi	8,2	13,6	36,8	8,9	29	34,8	46,7	4,2	34,2
Asmat	5,6	31,9	45,9	13,3	18,7	10,1	27	9	22,6
Yahukimo	15,9	28,2	79,8	5,4	15,1	60,4	50,2	5,1	64
Pegunungan Bintang	13	74,7	92,1	15,7	42,1	93,9	76,9	8,8	85
Tolikara	2,6	33,7	79,3	1,7	28,3	2,9	36,4	3,9	96,7
Sarmi	18,6	69	54,4	11,6	59,6	6,5	32,2	15	70,2
Keerom	19,9	40,2	15,9	19,7	21,3	94,6	79,9	16,4	66,6
Waropen	15,4	46,7	20,8	35,6	12,2	0,4	16,2	21,8	91,2
Supiori	13,4	16,4	43,8	21,1	50,5	43,3	52,2	9,6	57,5
Mamberamo Raya	14,1	39,5	37,3	1,2	53,5	54,1	31,5	2,3	48,1
Nduga	1,8	51,9	85,3	0,2	17	33,8	36,3	5,2	60,7
Lanny Jaya	2	30,2	83,1	0,4	32,8	31,2	26,8	0,9	37,3
Mamberamo Tengah	6	31,5	91,3	0,2	27	96,2	4,9	0	75,8
Yalimo	5,6	29,6	29,9	10,5	29,4	0	13,2	1,6	67,6
Puncak	2,7	6,5	40,8	2,6	1,3	2,1	27,8	0,4	2,7
Dogiyai	6,6	55,1	6,4	9,3	42,3	6,3	33,2	21,4	58
Intan Jaya	46	8,8	63,3	3,5	56,9	6,6	97,2	1,2	15,3
Deiyai	11,1	15,3	74,2	34	7,1	1,7	35,7	1,2	56,4
Kota Jayapura	21,3	59,7	18,6	51,7	16,3	91,2	43,3	43,2	74,9

**Lampiran 2** Koordinat Lintang dan Bujur Kabupaten/Kota Provinsi Papua

<b>Kab/Kota</b>	<b>Lintang</b>	<b>Bujur</b>
Merauke	7,826593	139,7606
Jayawijaya	4,031703	138,7481
Jayapura	3,060092	139,9346
Nabire	3,412811	135,8031
Kepulauan Yapen	1,758256	136,1408
Biak Numfor	1,035856	136,0079
Paniai	3,847869	136,3991
Puncak Jaya	3,482347	137,7678
Mimika	4,594586	136,9262
Boven Digoel	5,815328	140,325
Mappi	6,310467	139,2988
Asmat	5,271958	138,4089
Yahukimo	3,781747	139,3992
Pegunungan Bintang	4,423642	140,3677
Tolikara	3,531583	138,3639
Sarmi	2,528606	139,0242
Keerom	3,146736	140,6288
Waropen	2,809922	136,6199
Supiori	0,742536	135,6202
Mamberamo Raya	2,543522	137,973
Nduga	4,398492	138,1596
Lanny Jaya	3,982753	138,1253
Mamberamo Tengah	3,605508	138,9448
Yalimo	4,521728	139,4948
Puncak	3,780292	137,4021
Dogiyai	3,999111	135,7179
Intan Jaya	3,661531	136,8412
Deiyai	4,127853	136,3566
Kota Jayapura	2,654669	140,8367

**Lampiran 3** Statistika Deskriptif

Variabel	Rata-rata	Varians	Minimum	Maksimum
Y	17,15	156,07	1,8	46
X <sub>1</sub>	40,02	333,97	6,5	74,7
X <sub>2</sub>	46,01	721,96	6,4	92,1
X <sub>3</sub>	15,4	173,14	0,2	51,7
X <sub>4</sub>	29,23	218,49	1,3	59,6
X <sub>5</sub>	46,56	1237,04	0	96,2
X <sub>6</sub>	42,41	591,77	4,9	97,2
X <sub>7</sub>	12,91	139,66	0	43,2
X <sub>8</sub>	59,4	491,15	2,7	96,7

**Lampiran 4** Output Indeks Moran's I

The SAS System	15:19 Monday, May 10, 2015	1
I		
SPATIAL AUTOCORRELATION STATISTICS	-0.0711606	
TEST OF I		
EXPECTED AND OBSERVED VALUES	E(I)	OBSERVED
	-0.0357143	-0.0711606
	VARIANCE	Z
TEST BASED ON NORMALITY:	0.04250567	-0.1719286
		P> Z
		0.43174682
	VARIANCE	Z
TEST BASED ON RANDOMIZATION:	0.0430098	-0.170918
		P> Z
		0.43214411

**Lampiran 5** Nilai VIF Variabel Prediktor**Variabel X<sub>1</sub>**

Persamaan Regresi adalah

$$X_1 = -0,2 + 0,148 X_2 - 0,464 X_3 + 0,198 X_4 + 0,0103 X_5 + 0,005 X_6 + 1,50 X_7 + 0,248 X_8$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-0,21	11,35	-0,02	0,986
X <sub>2</sub>	0,1478	0,1358	1,09	0,289
X <sub>3</sub>	-0,4640	0,2933	-1,58	0,129
X <sub>4</sub>	0,1976	0,1753	1,13	0,272
X <sub>5</sub>	0,01032	0,07615	0,14	0,893
X <sub>6</sub>	0,0046	0,1070	0,04	0,966
X <sub>7</sub>	1,5021	0,4076	3,69	0,001
X <sub>8</sub>	0,2478	0,1341	1,85	0,079

$$S = 12,3437 \quad R\text{-Sq} = 65,8\% \quad R\text{-Sq(aj)} = 54,4\%$$

$$VIF \text{ untuk } X_1 = 1/(1-R_j^2) = 1/(1-65,8\%) = \mathbf{2,924}$$

**Variabel X<sub>2</sub>**

Persamaan Regresi adalah

$$X_2 = 46,2 + 0,361 X_1 - 0,022 X_3 - 0,247 X_4 + 0,117 X_5 + 0,083 X_6 - 2,29 X_7 + 0,226 X_8$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	46,21	14,60	3,17	0,005
X <sub>1</sub>	0,3611	0,3319	1,09	0,289
X <sub>3</sub>	-0,0221	0,4850	-0,05	0,964
X <sub>4</sub>	-0,2466	0,2770	-0,89	0,383
X <sub>5</sub>	0,1174	0,1163	1,01	0,324
X <sub>6</sub>	0,0830	0,1663	0,50	0,623
X <sub>7</sub>	-2,2859	0,6478	-3,53	0,002
X <sub>8</sub>	0,2260	0,2206	1,02	0,317

$$S = 19,2966 \quad R\text{-Sq} = 61,3\% \quad R\text{-Sq(aj)} = 48,4\%$$

$$VIF \text{ untuk } X_2 = 1/(1-R_j^2) = 1/(1-61,3\%) = \mathbf{2,584}$$

**Variabel X<sub>3</sub>**

Persamaan Regresi adalah

$$X_3 = 6,15 - 0,230 X_1 - 0,0045 X_2 - 0,112 X_4 - 0,0285 X_5 + 0,0454 X_6 + 0,956 X_7 + 0,151 X_8$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	6,149	7,869	0,78	0,443

X <sub>1</sub>	-0,2296	0,1451	-1,58	0,129
X <sub>2</sub>	-0,00448	0,09818	-0,05	0,964
X <sub>4</sub>	-0,1116	0,1246	-0,90	0,380
X <sub>5</sub>	-0,02846	0,05323	-0,53	0,598
X <sub>6</sub>	0,04543	0,07460	0,61	0,549
X <sub>7</sub>	0,9557	0,3030	3,15	0,005
X <sub>8</sub>	0,15091	0,09621	1,57	0,132

S = 8,68233 R-Sq = 67,3% R-Sq(adj) = 56,5%  
VIF untuk X<sub>3</sub> =  $1/(1-R_j^2) = 1/(1-67,3\%) = \mathbf{3,058}$

#### Variabel X<sub>4</sub>

Persamaan Regresi adalah

$$X_4 = 25,3 + 0,289 X_1 - 0,147 X_2 - 0,330 X_3 - 0,0176 X_5 + 0,172 X_6 - 0,553 X_7 + 0,083 X_8$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	25,28	12,56	2,01	0,057
X <sub>1</sub>	0,2889	0,2562	1,13	0,272
X <sub>2</sub>	-0,1475	0,1657	-0,89	0,383
X <sub>3</sub>	-0,3299	0,3681	-0,90	0,380
X <sub>5</sub>	-0,01764	0,09203	-0,19	0,850
X <sub>6</sub>	0,1719	0,1238	1,39	0,179
X <sub>7</sub>	-0,5531	0,6207	-0,89	0,383
X <sub>8</sub>	0,0830	0,1739	0,48	0,638

S = 14,9245 R-Sq = 23,5% R-Sq(adj) = 0,0%  
VIF untuk X<sub>4</sub> =  $1/(1-R_j^2) = 1/(1-23,5\%) = \mathbf{1,307}$

#### Variabel X<sub>5</sub>

Persamaan Regresi adalah

$$X_5 = -14,3 + 0,085 X_1 + 0,394 X_2 - 0,472 X_3 - 0,099 X_4 + 0,249 X_6 + 1,52 X_7 + 0,325 X_8$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-14,26	32,36	-0,44	0,664
X <sub>1</sub>	0,0847	0,6248	0,14	0,893
X <sub>2</sub>	0,3940	0,3905	1,01	0,324
X <sub>3</sub>	-0,4720	0,8826	-0,53	0,598
X <sub>4</sub>	-0,0990	0,5165	-0,19	0,850
X <sub>6</sub>	0,2491	0,3016	0,83	0,418
X <sub>7</sub>	1,516	1,461	1,04	0,311
X <sub>8</sub>	0,3252	0,4080	0,80	0,434

$S = 35,3562$   $R\text{-Sq} = 24,2\%$   $R\text{-Sq}(\text{adj}) = 0,0\%$   
 $VIF$  untuk  $X_5 = 1/(1-R_j^2) = 1/(1-24,2\%) = \mathbf{1,319}$

### Variabel $X_6$

Persamaan Regresi adalah

$$X_6 = 27,1 + 0,019 X_1 + 0,141 X_2 + 0,382 X_3 + 0,489 X_4 + 0,126 X_5 \\ + 0,49 X_7 - 0,410 X_8$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	27,06	22,38	1,21	0,240
$X_1$	0,0191	0,4451	0,04	0,966
$X_2$	0,1413	0,2830	0,50	0,623
$X_3$	0,3820	0,6273	0,61	0,549
$X_4$	0,4893	0,3523	1,39	0,179
$X_5$	0,1263	0,1529	0,83	0,418
$X_7$	0,494	1,061	0,47	0,646
$X_8$	-0,4101	0,2810	-1,46	0,159

$S = 25,1775$   $R\text{-Sq} = 19,7\%$   $R\text{-Sq}(\text{adj}) = 0,0\%$   
 $VIF$  untuk  $X_6 = 1/(1-R_j^2) = 1/(1-19,7\%) = \mathbf{1,245}$

### Variabel $X_7$

Persamaan Regresi adalah

$$X_7 = 4,67 + 0,261 X_1 - 0,163 X_2 + 0,336 X_3 - 0,0659 X_4 + 0,0322 X_5 \\ + 0,0207 X_6 - 0,0060 X_8$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	4,670	4,624	1,01	0,324
$X_1$	0,26148	0,07095	3,69	0,001
$X_2$	-0,16283	0,04615	-3,53	0,002
$X_3$	0,3363	0,1066	3,15	0,005
$X_4$	-0,06586	0,07392	-0,89	0,383
$X_5$	0,03217	0,03100	1,04	0,311
$X_6$	0,02068	0,04441	0,47	0,646
$X_8$	-0,00601	0,06031	-0,10	0,922

$S = 5,15015$   $R\text{-Sq} = 85,8\%$   $R\text{-Sq}(\text{adj}) = 81,0\%$   
 $VIF$  untuk  $X_7 = 1/(1-R_j^2) = 1/(1-85,8\%) = \mathbf{7,042}$

### Variabel $X_8$

Persamaan Regresi adalah

$$X_8 = 19,0 + 0,565 X_1 + 0,211 X_2 + 0,695 X_3 + 0,129 X_4 + 0,090 X_5 \\ - 0,225 X_6 - 0,079 X_7$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	18,96	16,62	1,14	0,267
X <sub>1</sub>	0,5646	0,3055	1,85	0,079
X <sub>2</sub>	0,2107	0,2056	1,02	0,317
X <sub>3</sub>	0,6949	0,4430	1,57	0,132
X <sub>4</sub>	0,1293	0,2709	0,48	0,638
X <sub>5</sub>	0,0903	0,1133	0,80	0,434
X <sub>6</sub>	-0,2246	0,1539	-1,46	0,159
X <sub>7</sub>	-0,0786	0,7892	-0,10	0,922

S = 18,6309 R-Sq = 47,0% R-Sq(adj) = 29,3%  
VIF untuk X<sub>8</sub> =  $1/(1-R_j^2) = 1/(1-47,0\%) = 1,887$

### Lampiran 6 Output Regresi Linier

Regression Analysis: Y versus X <sub>1</sub> ; X <sub>2</sub> ; X <sub>3</sub> ; X <sub>4</sub> ; X <sub>5</sub> ; X <sub>6</sub> ; X <sub>7</sub> ; X <sub>8</sub>						
The regression equation is						
Y = 1,55 - 0,080 X <sub>1</sub> + 0,031 X <sub>2</sub> + 0,301 X <sub>3</sub> + 0,237 X <sub>4</sub> + 0,0841 X <sub>5</sub> + 0,166 X <sub>6</sub> + 0,273 X <sub>7</sub> - 0,146 X <sub>8</sub>						
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF	
Constant	1,553	9,824	0,16	0,876		
X <sub>1</sub>	-0,0798	0,1889	-0,42	0,677	2,923	
X <sub>2</sub>	0,0314	0,1208	0,26	0,798	2,585	
X <sub>3</sub>	0,3008	0,2686	1,12	0,276	3,062	
X <sub>4</sub>	0,2374	0,1562	1,52	0,144	1,308	
X <sub>5</sub>	0,08411	0,06595	1,28	0,217	1,319	
X <sub>6</sub>	0,16553	0,09261	1,79	0,089	1,245	
X <sub>7</sub>	0,2734	0,4527	0,60	0,553	7,021	
X <sub>8</sub>	-0,1464	0,1251	-1,17	0,256	1,887	
S = 10,6850 R-Sq = 47,7% R-Sq(adj) = 26,8%						
Analysis of Variance						
Source	DF	SS	MS	F	P	
Regression	8	2086,5	260,8	2,28	0,064	
Residual Error	20	2283,4	114,2			
Total	28	4369,9				

**Lampiran 7 Asumsi Residual IIDN~(0,σ<sup>2</sup>) Model Regresi Linier**

Durbin-Watson statistic = 1,52554

The regression equation is

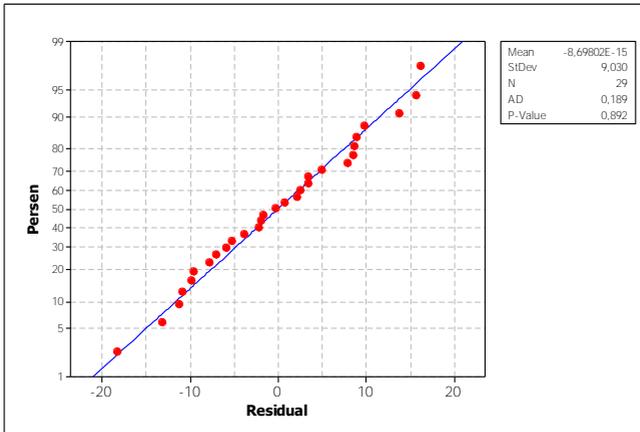
$$\text{abs residual} = 3,50 - 0,108 X_1 + 0,0592 X_2 - 0,022 X_3 + 0,109 X_4 + 0,0178 X_5 + 0,0371 X_6 + 0,392 X_7 - 0,0806 X_8$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	3,502	4,017	0,87	0,394	
X <sub>1</sub>	-0,10779	0,07724	-1,40	0,178	2,923
X <sub>2</sub>	0,05922	0,04941	1,20	0,245	2,585
X <sub>3</sub>	-0,0224	0,1098	-0,20	0,840	3,062
X <sub>4</sub>	0,10904	0,06388	1,71	0,103	1,308
X <sub>5</sub>	0,01777	0,02697	0,66	0,517	1,319
X <sub>6</sub>	0,03710	0,03787	0,98	0,339	1,245
X <sub>7</sub>	0,3920	0,1851	2,12	0,047	7,021
X <sub>8</sub>	-0,08056	0,05118	-1,57	0,131	1,887

S = 4,36921    R-Sq = 43,9%    R-Sq(adj) = 21,5%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	8	298,98	37,37	1,96	0,107
Residual Error	20	381,80	19,09		
Total	28	680,78			



**Lampiran 8 Hasil Uji Aspek Spasial**

```

> TA=read.table("D://8var.txt",header=TRUE)
> library(lmtest)
Loading required package: zoo
Attaching package: 'zoo'
The following object(s) are masked from 'package:base':
  as.Date, as.Date.numeric
> depen=lm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8, data=TA)
> library(ape)
> TA.dists=as.matrix(dist(cbind(TA$u,TA$v)))
> TA.dists.inv=1/TA.dists
> diag(TA.dists.inv)=0
> Moran.I(TA$Y,TA.dists.inv)
$observed
[1] -0.01630121

$expected
[1] -0.03571429

$sd
[1] 0.03332128

$p.value
[1] 0.5601606

> bptest(depen)

studentized Breusch-Pagan test

data: depen
BP = 12.0245, df = 8, p-value = 0.1501

```

**Lampiran 9** Bandwidth untuk Model GWR

Limits: 1,05700674620553, 4,10263011543244

## Initial values

pL	Bandwidth:	1,057	Criterion:	187,970	
p1	Bandwidth:	1,122	Criterion:	190,773	
p2	Bandwidth:	1,162	Criterion:	192,366	
pU	Bandwidth:	1,227	Criterion:	194,756	
iter 1	(p1) Bandwidth:	1,122	Criterion:	190,773	Diff: 0,040
iter 2	(p1) Bandwidth:	1,097	Criterion:	189,738	Diff: 0,025
iter 3	(p1) Bandwidth:	1,082	Criterion:	189,077	Diff: 0,015
iter 4	(p1) Bandwidth:	1,072	Criterion:	188,660	Diff: 0,009
iter 5	(p1) Bandwidth:	1,066	Criterion:	188,399	Diff: 0,006
iter 6	(p1) Bandwidth:	1,063	Criterion:	188,236	Diff: 0,004
iter 7	(p1) Bandwidth:	1,061	Criterion:	188,135	Diff: 0,002
iter 8	(p1) Bandwidth:	1,059	Criterion:	188,072	Diff: 0,001
iter 9	(p1) Bandwidth:	1,058	Criterion:	188,033	Diff: 0,001
iter 10	(p1) Bandwidth:	1,058	Criterion:	188,009	Diff: 0,001
iter 11	(p1) Bandwidth:	1,058	Criterion:	187,994	Diff: 0,000

The lower limit in your search has been selected as the optimal bandwidth size.

A new session is recommended to try with a smaller lowest limit of the bandwidth search.

Best bandwidth size 1,057

**Lampiran 10** Jarak Euclidean antar Lokasi

	1	2	3	4	5	6
1	0	3,927631	4,769675	5,928193	7,065926	7,758662
2	3,927631	0	1,53353	3,009381	3,459259	4,060042
3	4,769675	1,53353	0	4,146543	4,010889	4,417736
4	5,928193	3,009381	4,146543	0	1,688681	2,385764
5	7,065926	3,459259	4,010889	1,688681	0	0,734532
6	7,758662	4,060042	4,417736	2,385764	0,734532	0
7	5,208598	2,356149	3,62213	0,737969	2,105519	2,839102
8	4,779512	1,123764	2,207552	1,965952	2,370537	3,013726
9	4,298818	1,906924	3,377163	1,630321	2,943043	3,675294
10	2,088972	2,380762	2,782767	5,12059	5,828161	6,44059
11	1,584897	2,344356	3,311973	4,54054	5,540332	6,217035
12	2,890202	1,285812	2,687024	3,20105	4,18212	4,869221
13	4,060954	0,697457	0,898535	3,615058	3,835588	4,363623
14	3,456677	1,666296	1,430675	4,675185	4,997032	5,521296
15	4,516389	0,630653	1,639892	2,563617	2,843732	3,432136
16	5,348921	1,528239	1,054178	3,340276	2,984481	3,365462
17	4,759709	2,078479	0,699594	4,833052	4,697823	5,080204
18	5,918698	2,453999	3,324116	1,015223	1,155634	1,876659
19	8,20526	4,538965	4,897399	2,676526	1,14136	0,486112
20	5,577292	1,677926	2,028421	2,337615	1,993386	2,476862
21	3,783499	0,693414	2,222985	2,554426	3,323623	3,992168
22	4,177241	0,624759	2,030975	2,391135	2,981006	3,62871
23	4,299195	0,469387	1,130108	3,147637	3,357755	3,902374
24	3,315531	0,893165	1,526346	3,854743	4,345828	4,930541
25	4,683477	1,369283	2,632881	1,640733	2,383158	3,078276
26	5,567127	3,030388	4,319963	0,592452	2,280417	2,97741
27	5,086306	1,942505	3,151293	1,067526	2,028048	2,75474
28	5,026729	2,393479	3,733931	0,904243	2,379397	3,111595
29	5,282699	2,501717	0,989079	5,090456	4,780702	5,092975

**Lampiran 10** Jarak Euclidean antar Lokasi (Lanjutan)

	7	8	9	10	11	12
1	5,208598	4,779512	4,298818	2,088972	1,584897	2,890202
2	2,356149	1,123764	1,906924	2,380762	2,344356	1,285812
3	3,62213	2,207552	3,377163	2,782767	3,311973	2,687024
4	0,737969	1,965952	1,630321	5,12059	4,54054	3,20105
5	2,105519	2,370537	2,943043	5,828161	5,540332	4,18212
6	2,839102	3,013726	3,675294	6,44059	6,217035	4,869221
7	0	1,416602	0,913962	4,391305	3,804245	2,463137
8	1,416602	0	1,394777	3,46156	3,215934	1,900977
9	0,913962	1,394777	0	3,611459	2,928071	1,630119
10	4,391305	3,46156	3,611459	0	1,139462	1,99172
11	3,804245	3,215934	2,928071	1,139462	0	1,367638
12	2,463137	1,900977	1,630119	1,99172	1,367638	0
13	3,000823	1,658706	2,603238	2,234404	2,530715	1,789287
14	4,010062	2,765032	3,445743	1,392338	2,168548	2,134587
15	1,99007	0,598172	1,788055	3,010231	2,931921	1,740956
16	2,937899	1,577391	2,944481	3,534797	3,791817	2,811508
17	4,287351	2,880617	3,975636	2,685822	3,431922	3,073197
18	1,061159	1,330347	1,810754	4,770816	4,407984	3,043373
19	3,201529	3,481162	4,067396	6,918699	6,673345	5,319037
20	2,044121	0,960999	2,302782	4,029477	3,993432	2,763028
21	1,844602	0,996436	1,248982	2,587732	2,225595	0,908326
22	1,73139	0,614987	1,346188	2,863095	2,606794	1,32003
23	2,557155	1,183437	2,247922	2,605456	2,728024	1,750503
24	3,168197	2,015711	2,569727	1,537082	1,799453	1,319919
25	1,005235	0,471686	0,943188	3,56159	3,162145	1,799625
26	0,697834	2,114013	1,347026	4,952214	4,262052	2,976827
27	0,479726	0,943742	0,936914	4,095849	3,613385	2,247459
28	0,283203	1,551839	0,736393	4,312353	3,663393	2,349672
29	4,595211	3,178612	4,365311	3,201812	3,966128	3,569976

**Lampiran 10** Jarak Euclidean antar Lokasi (Lanjutan)

	13	14	15	16	17	18
1	4,060954	3,456677	4,516389	5,348921	4,759709	5,918698
2	0,697457	1,666296	0,630653	1,528239	2,078479	2,453999
3	0,898535	1,430675	1,639892	1,054178	0,699594	3,324116
4	3,615058	4,675185	2,563617	3,340276	4,833052	1,015223
5	3,835588	4,997032	2,843732	2,984481	4,697823	1,155634
6	4,363623	5,521296	3,432136	3,365462	5,080204	1,876659
7	3,000823	4,010062	1,99007	2,937899	4,287351	1,061159
8	1,658706	2,765032	0,598172	1,577391	2,880617	1,330347
9	2,603238	3,445743	1,788055	2,944481	3,975636	1,810754
10	2,234404	1,392338	3,010231	3,534797	2,685822	4,770816
11	2,530715	2,168548	2,931921	3,791817	3,431922	4,407984
12	1,789287	2,134587	1,740956	2,811508	3,073197	3,043373
13	0	1,161835	1,065114	1,308065	1,383837	2,944363
14	1,161835	0	2,193337	2,32295	1,303332	4,08043
15	1,065114	2,193337	0	1,200793	2,297322	1,88745
16	1,308065	2,32295	1,200793	0	1,719542	2,420699
17	1,383837	1,303332	2,297322	1,719542	0	4,023021
18	2,944363	4,08043	1,88745	2,420699	4,023021	0
19	4,849499	6,007371	3,912361	3,844066	5,555685	2,296382
20	1,888724	3,044519	1,062573	1,051256	2,723394	1,379121
21	1,384543	2,208151	0,89065	2,060069	2,768302	2,212337
22	1,289726	2,285315	0,510399	1,709554	2,639406	1,908334
23	0,487427	1,641309	0,585554	1,079824	1,745363	2,457266
24	0,746132	0,8783	1,503127	2,047942	1,782245	3,346002
25	1,997134	3,034532	0,99345	2,048862	3,288283	1,246392
26	3,687753	4,669098	2,687009	3,618546	4,984304	1,492563
27	2,560859	3,607864	1,528252	2,459451	3,8224	0,879898
28	3,062297	4,021983	2,094043	3,110266	4,383424	1,343978
29	1,826667	1,83011	2,623702	1,81694	0,534208	4,219715

**Lampiran 10** Jarak Euclidean antar Lokasi (Lanjutan)

	19	20	21	22	23	24
1	8,20526	5,577292	3,783499	4,177241	4,299195	3,315531
2	4,538965	1,677926	0,693414	0,624759	0,469387	0,893165
3	4,897399	2,028421	2,222985	2,030975	1,130108	1,526346
4	2,676526	2,337615	2,554426	2,391135	3,147637	3,854743
5	1,14136	1,993386	3,323623	2,981006	3,357755	4,345828
6	0,486112	2,476862	3,992168	3,62871	3,902374	4,930541
7	3,201529	2,044121	1,844602	1,73139	2,557155	3,168197
8	3,481162	0,960999	0,996436	0,614987	1,183437	2,015711
9	4,067396	2,302782	1,248982	1,346188	2,247922	2,569727
10	6,918699	4,029477	2,587732	2,863095	2,605456	1,537082
11	6,673345	3,993432	2,225595	2,606794	2,728024	1,799453
12	5,319037	2,763028	0,908326	1,32003	1,750503	1,319919
13	4,849499	1,888724	1,384543	1,289726	0,487427	0,746132
14	6,007371	3,044519	2,208151	2,285315	1,641309	0,8783
15	3,912361	1,062573	0,89065	0,510399	0,585554	1,503127
16	3,844066	1,051256	2,060069	1,709554	1,079824	2,047942
17	5,555685	2,723394	2,768302	2,639406	1,745363	1,782245
18	2,296382	1,379121	2,212337	1,908334	2,457266	3,346002
19	0	2,962966	4,451361	4,095632	4,387396	5,412477
20	2,962966	0	1,864334	1,447261	1,439491	2,495845
21	4,451361	1,864334	0	0,417158	1,115917	1,340877
22	4,095632	1,447261	0,417158	0	0,902175	1,471814
23	4,387396	1,439491	1,115917	0,902175	0	1,068656
24	5,412477	2,495845	1,340877	1,471814	1,068656	0
25	3,521791	1,362186	0,977774	0,750973	1,552553	2,220204
26	3,258039	2,684092	2,474196	2,407431	3,250807	3,812938
27	3,164061	1,590903	1,510433	1,323639	2,104332	2,789584
28	3,464469	2,263418	1,823282	1,774651	2,640408	3,162906
29	5,555909	2,865867	3,194955	3,019247	2,117444	2,299255

**Lampiran 10** Jarak Euclidean antar Lokasi (Lanjutan)

	25	26	27	28	29
1	4,683477	5,567127	5,086306	5,026729	5,282699
2	1,369283	3,030388	1,942505	2,393479	2,501717
3	2,632881	4,319963	3,151293	3,733931	0,989079
4	1,640733	0,592452	1,067526	0,904243	5,090456
5	2,383158	2,280417	2,028048	2,379397	4,780702
6	3,078276	2,97741	2,75474	3,111595	5,092975
7	1,005235	0,697834	0,479726	0,283203	4,595211
8	0,471686	2,114013	0,943742	1,551839	3,178612
9	0,943188	1,347026	0,936914	0,736393	4,365311
10	3,56159	4,952214	4,095849	4,312353	3,201812
11	3,162145	4,262052	3,613385	3,663393	3,966128
12	1,799625	2,976827	2,247459	2,349672	3,569976
13	1,997134	3,687753	2,560859	3,062297	1,826667
14	3,034532	4,669098	3,607864	4,021983	1,83011
15	0,99345	2,687009	1,528252	2,094043	2,623702
16	2,048862	3,618546	2,459451	3,110266	1,81694
17	3,288283	4,984304	3,8224	4,383424	0,534208
18	1,246392	1,492563	0,879898	1,343978	4,219715
19	3,521791	3,258039	3,164061	3,464469	5,555909
20	1,362186	2,684092	1,590903	2,263418	2,865867
21	0,977774	2,474196	1,510433	1,823282	3,194955
22	0,750973	2,407431	1,323639	1,774651	3,019247
23	1,552553	3,250807	2,104332	2,640408	2,117444
24	2,220204	3,812938	2,789584	3,162906	2,299255
25	0	1,698363	0,573338	1,101797	3,614378
26	1,698363	0	1,172934	0,651513	5,292453
27	0,573338	1,172934	0	0,672556	4,120446
28	1,101797	0,651513	0,672556	0	4,716168
29	3,614378	5,292453	4,120446	4,716168	0

**Lampiran 11** Output Model GWR

```

*****
GWR (Geographically weighted regression) result
*****
Bandwidth and geographic ranges
Bandwidth size:          1,057007
Coordinate      Min      Max      Range
-----
X-coord        0,742536    7,826593    7,084057
Y-coord        135,620233  140,836733  5,216500

Diagnostic information
Residual sum of squares:      212,953785
Effective number of parameters (model: trace(S)):      22,926178
Effective number of parameters (variance: trace(S'S)): 20,535027
Degree of freedom (model: n - trace(S)):              6,073822
Degree of freedom (residual: n - 2trace(S) + trace(S'S)): 3,682672
ML based sigma estimate:      2,709840
Unbiased sigma estimate:      7,604334
Log-likelihood:              140,118036
Classic AIC:                 187,970391
AICc:                       480,760867
BIC/MDL:                    220,684555
CV:                          270,756654
R square:                    0,951268
Adjusted R square:          0,491364

```

**Lampiran 11** Output Model GWR (Lanjutan)

```

*****
<< Geographically varying coefficients >>
*****
Estimates of varying coefficients have been saved in the following file.
Listwise output file: D:\1. T U G A S A K H I R\7. ANALISIS
DATA\_GWR\3. 8 VARIABEL FIX\outputgwr8var.csv

Summary statistics for varying coefficients
Variable          Mean          STD
-----
Intercept         -4,170623     9,334441
X1                 -0,245703     0,373515
X2                 0,051730     0,170584
X3                 0,288686     0,224447
X4                 0,316056     0,280990
X5                 0,123446     0,071315
X6                 0,248545     0,097179
X7                 0,448451     0,552749
X8                 -0,084086     0,055712

Variable          Min           Max           Range
-----
Intercept         -20,288454    39,620283    59,908737
X1                 -0,829207     0,689861     1,519068
X2                 -0,619586     0,353044     0,972631
X3                 -0,275629     0,690764     0,966393
X4                 -0,481963     0,788020     1,269983
X5                 -0,003327     0,502399     0,505726
X6                 -0,147385     0,512513     0,659898
X7                 -1,682460     1,689878     3,372338
X8                 -0,266059     0,001136     0,267195

```

**Lampiran 11** Output Model GWR (Lanjutan)

Variable	Lwr Quartile	Median	Upr Quartile	
Intercept	-10,095963	-5,866716	-0,254023	
X1	-0,523596	-0,276396	-0,173447	
X2	-0,054820	0,025094	0,169124	
X3	0,161666	0,365558	0,442007	
X4	0,302938	0,390977	0,461131	
X5	0,062045	0,144000	0,189216	
X6	0,219828	0,249713	0,301231	
X7	0,130615	0,424908	0,731422	
X8	-0,146638	-0,067283	-0,039409	

Variable	Interquartile R	Robust STD
Intercept	9,841940	7,295730
X1	0,350149	0,259562
X2	0,223943	0,166007
X3	0,280341	0,207814
X4	0,158193	0,117267
X5	0,127171	0,094271
X6	0,081403	0,060343
X7	0,600807	0,445372
X8	0,107229	0,079488

(Note: Robust STD is given by (interquartile range / 1.349) )

\*\*\*\*\*

GWR ANOVA Table

\*\*\*\*\*

Source	SS	DF	MS	F
Global Residuals	2283,365	9,000		
GWR Improvement	2070,412	16,317	126,884	
GWR Residuals	212,954	3,683	57,826	2,194246

\*\*\*\*\*

**Lampiran 12** Estimasi Parameter GWR Tiap Lokasi

<b>Kabupaten/Kota</b>	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$
Merauke	39,620283	0,689861	-0,619586
Jayawijaya	-1,865997	-0,272986	-0,034006
Jayapura	-3,958344	-0,571113	0,115779
Nabire	-11,058894	-0,756817	0,263853
Kepulauan Yapen	-17,207531	0,346759	0,339404
Biak Numfor	-16,647583	0,483152	0,314144
Paniai	-7,592784	-0,595677	0,102312
Puncak Jaya	-8,197942	-0,276396	0,018470
Mimika	-4,262368	-0,309056	-0,092606
Boven Digoel	24,922989	0,458679	-0,353394
Mappi	19,598417	0,505321	-0,370191
Asmat	-3,980754	-0,118125	-0,067878
Yahukimo	-0,262591	-0,366970	-0,001168
Pegunungan Bintang	6,768988	-0,264793	-0,047733
Tolikara	-7,110006	-0,242512	0,025094
Sarmi	-10,389336	-0,283758	0,120262
Keerom	0,686681	-0,686916	0,155925
Waropen	-9,987556	-0,474346	0,209421
Supiori	-20,288454	0,506091	0,353044
Mamberamo Raya	-10,891167	-0,248473	0,132429
Nduga	-4,436656	-0,236035	-0,061907
Lanny Jaya	-5,866716	-0,242236	-0,030615
Mamberamo Tengah	-3,446691	-0,301054	0,012753
Yalimo	5,253558	-0,228770	-0,113602
Puncak	-6,448362	-0,322337	-0,022373
Dogiyai	-10,204370	-0,829207	0,231381
Intan Jaya	-6,829415	-0,478969	0,048585
Deiyai	-6,999737	-0,568223	0,070454
Kota Jayapura	-0,245455	-0,750628	0,182322

**Lampiran 12** Estimasi Parameter GWR Tiap Lokasi (Lanjutan)

<b>Kabupaten/Kota</b>	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$
Merauke	0,173781	-0,481963	0,502399
Jayawijaya	0,219745	0,390977	0,131850
Jayapura	0,431622	0,653036	0,026526
Nabire	0,319352	0,475491	0,151109
Kepulauan Yapen	0,107714	-0,103549	0,059141
Biak Numfor	-0,011722	-0,259816	0,045625
Paniai	0,400171	0,459528	0,196016
Puncak Jaya	0,522328	0,384601	0,181380
Mimika	0,424100	0,364526	0,238524
Boven Digoel	0,028908	-0,334173	0,179534
Mappi	0,263985	-0,169022	0,252621
Asmat	0,245278	0,278188	0,146360
Yahukimo	0,149552	0,462734	0,079484
Pegunungan Bintang	-0,275629	0,372463	0,015706
Tolikara	0,460901	0,401685	0,143827
Sarmi	0,690764	0,510949	0,064950
Keerom	0,441253	0,725811	-0,000800
Waropen	0,395441	0,424348	0,144000
Supiori	-0,050979	-0,303796	0,044561
Mamberamo Raya	0,590778	0,398370	0,135215
Nduga	0,365558	0,351547	0,182417
Lanny Jaya	0,429796	0,370929	0,176582
Mamberamo Tengah	0,295270	0,439420	0,105063
Yalimo	-0,206031	0,327688	0,099263
Puncak	0,481455	0,381690	0,206287
Dogiyai	0,322484	0,498390	0,171226
Intan Jaya	0,442761	0,432299	0,199955
Deiyai	0,391438	0,443295	0,206838
Kota Jayapura	0,495614	0,78802	-0,003327

**Lampiran 12** Estimasi Parameter GWR Tiap Lokasi (Lanjutan)

<b>Kabupaten/Kota</b>	$\beta_6$	$\beta_7$	$\beta_8$
Merauke	-0,147385	-1,682460	-0,266059
Jayawijaya	0,252705	0,299256	-0,054330
Jayapura	0,263985	0,410718	-0,084015
Nabire	0,142340	1,689878	-0,065198
Kepulauan Yapen	0,367275	0,775311	-0,214807
Biak Numfor	0,474015	0,609162	-0,180981
Paniai	0,214967	1,000571	-0,040258
Puncak Jaya	0,296609	0,287788	-0,066236
Mimika	0,336187	0,020197	0,001136
Boven Digoel	0,070091	-0,638974	-0,168605
Mappi	0,013429	-1,069970	-0,183358
Asmat	0,254904	0,130175	-0,035060
Yahukimo	0,238105	0,424908	-0,055754
Pegunungan Bintang	0,248038	0,764548	-0,076090
Tolikara	0,267690	0,228664	-0,079803
Sarmi	0,237441	0,019128	-0,094285
Keerom	0,282097	0,543319	-0,152270
Waropen	0,178159	1,227583	-0,114389
Supiori	0,512513	0,611967	-0,141005
Mamberamo Raya	0,241647	0,552365	-0,135481
Nduga	0,314418	0,087861	-0,037733
Lanny Jaya	0,305854	0,131055	-0,052407
Mamberamo Tengah	0,237864	0,308107	-0,067283
Yalimo	0,224689	0,524516	-0,029252
Puncak	0,308604	0,255427	-0,033842
Dogiyai	0,152808	1,686502	-0,050074
Intan Jaya	0,249713	0,698296	-0,038559
Deiyai	0,235062	0,861281	-0,028904
Kota Jayapura	0,286585	0,565431	-0,159661

**Lampiran 12** Estimasi Parameter GWR Tiap Lokasi (Lanjutan)

<b>Kabupaten/Kota</b>	$SE \beta_0$	$SE \beta_1$	$SE \beta_2$
Merauke	15,613375	0,332932	0,240121
Jayawijaya	7,984148	0,187262	0,111854
Jayapura	11,273698	0,271837	0,148775
Nabire	11,431138	0,318586	0,177346
Kepulauan Yapen	11,491352	0,327827	0,199004
Biak Numfor	12,467123	0,362774	0,205313
Paniai	10,952924	0,276573	0,154175
Puncak Jaya	9,890249	0,210167	0,134726
Mimika	10,675156	0,247816	0,160121
Boven Digoel	12,703678	0,290781	0,175985
Mappi	11,287328	0,291413	0,180467
Asmat	8,466748	0,190759	0,132369
Yahukimo	8,836703	0,199158	0,114723
Pegunungan Bintang	10,755056	0,236672	0,140376
Tolikara	8,779747	0,197080	0,118109
Sarmi	9,592574	0,209957	0,117760
Keerom	12,964024	0,347514	0,177770
Waropen	10,665231	0,238430	0,154501
Supiori	13,083206	0,377067	0,234989
Mamberamo Raya	10,585054	0,208075	0,147190
Nduga	8,723621	0,199655	0,124863
Lanny Jaya	8,951545	0,200892	0,122471
Mamberamo Tengah	8,112713	0,188318	0,107270
Yalimo	9,276695	0,195757	0,123478
Puncak	10,242888	0,220752	0,140837
Dogiyai	11,371489	0,353152	0,173755
Intan Jaya	10,673276	0,245464	0,146894
Deiyai	11,076599	0,282183	0,164108
Kota Jayapura	14,808003	0,384263	0,187621

**Lampiran 12** Estimasi Parameter GWR Tiap Lokasi (Lanjutan)

<b>Kabupaten/Kota</b>	<b>SE <math>\beta_3</math></b>	<b>SE <math>\beta_4</math></b>	<b>SE <math>\beta_5</math></b>
Merauke	0,547777	0,266367	0,192797
Jayawijaya	0,274208	0,140564	0,063144
Jayapura	0,613694	0,241988	0,073525
Nabire	0,294564	0,181511	0,073905
Kepulauan Yapen	0,318182	0,221283	0,084207
Biak Numfor	0,364666	0,271118	0,095882
Paniai	0,279882	0,171154	0,067184
Puncak Jaya	0,255967	0,135620	0,059848
Mimika	0,277845	0,161271	0,069315
Boven Digoel	0,449634	0,333119	0,095567
Mappi	0,480027	0,220125	0,107291
Asmat	0,280248	0,156839	0,070879
Yahukimo	0,425224	0,162329	0,066546
Pegunungan Bintang	0,523860	0,246596	0,080458
Tolikara	0,257572	0,134271	0,060499
Sarmi	0,409628	0,146015	0,062119
Keerom	0,681159	0,333354	0,083984
Waropen	0,240839	0,149962	0,061365
Supiori	0,391974	0,296128	0,101035
Mamberamo Raya	0,279933	0,130837	0,059679
Nduga	0,245845	0,141113	0,064010
Lanny Jaya	0,246905	0,137011	0,061656
Mamberamo Tengah	0,320110	0,141710	0,062447
Yalimo	0,437491	0,177048	0,070276
Puncak	0,259523	0,143809	0,062535
Dogiyai	0,337779	0,200696	0,072804
Intan Jaya	0,264595	0,156374	0,065207
Deiyai	0,289261	0,174492	0,068253
Kota Jayapura	0,727490	0,372038	0,085649

**Lampiran 12** Estimasi Parameter GWR Tiap Lokasi (Lanjutan)

<b>Kabupaten/Kota</b>	<b>SE <math>\beta_6</math></b>	<b>SE <math>\beta_7</math></b>	<b>SE <math>\beta_8</math></b>
Merauke	0,164674	0,768971	0,185546
Jayawijaya	0,084688	0,491720	0,105128
Jayapura	0,103166	0,669148	0,119429
Nabire	0,146128	0,669084	0,180649
Kepulauan Yapen	0,197365	0,729710	0,194509
Biak Numfor	0,254863	0,781335	0,214923
Paniai	0,125227	0,613665	0,144428
Puncak Jaya	0,093349	0,516244	0,112458
Mimika	0,114211	0,633108	0,123023
Boven Digoel	0,115290	0,522556	0,156269
Mappi	0,131869	0,599475	0,157328
Asmat	0,097479	0,481122	0,122523
Yahukimo	0,093129	0,585423	0,103532
Pegunungan Bintang	0,103956	0,666907	0,117233
Tolikara	0,082872	0,469300	0,109301
Sarmi	0,085748	0,510887	0,114349
Keerom	0,110715	0,712654	0,129963
Waropen	0,123317	0,575812	0,141389
Supiori	0,287215	0,799171	0,239000
Mamberamo Raya	0,083144	0,485343	0,116575
Nduga	0,090390	0,490559	0,107918
Lanny Jaya	0,088263	0,486823	0,108141
Mamberamo Tengah	0,085943	0,503507	0,106112
Yalimo	0,095961	0,603871	0,106337
Puncak	0,104145	0,546327	0,115114
Dogiyai	0,150277	0,775435	0,185556
Intan Jaya	0,114844	0,567717	0,127788
Deiyai	0,126368	0,661515	0,145831
Kota Jayapura	0,112085	0,735176	0,155449

**Lampiran 12** Estimasi Parameter GWR Tiap Lokasi (Lanjutan)

<b>Kabupaten/Kota</b>	$T_{hit} \beta_0$	$T_{hit} \beta_1$	$T_{hit} \beta_2$
Merauke	2,537586	2,072076	-2,580310
Jayawijaya	-0,233713	-1,457776	-0,304024
Jayapura	-0,351113	-2,100940	0,778214
Nabire	-0,967436	-2,375552	1,487780
Kepulauan Yapen	-1,497433	1,057748	1,705510
Biak Numfor	-1,335319	1,331829	1,530073
Paniai	-0,693220	-2,153777	0,663610
Puncak Jaya	-0,828891	-1,315124	0,137095
Mimika	-0,399279	-1,247119	-0,578347
Boven Digoel	1,961872	1,577401	-2,008090
Mappi	1,736320	1,734033	-2,051298
Asmat	-0,470163	-0,619234	-0,512789
Yahukimo	-0,029716	-1,842612	-0,010182
Pegunungan Bintang	0,629377	-1,118818	-0,340036
Tolikara	-0,809819	-1,230527	0,212468
Sarmi	-1,083060	-1,351508	1,021246
Keerom	0,052968	-1,976655	0,877117
Waropen	-0,936459	-1,989459	1,355470
Supiori	-1,550725	1,342177	1,502389
Mamberamo Raya	-1,028919	-1,194151	0,899716
Nduga	-0,508580	-1,182212	-0,495799
Lanny Jaya	-0,655386	-1,205805	-0,249979
Mamberamo Tengah	-0,424851	-1,598647	0,118889
Yalimo	0,566318	-1,168643	-0,920020
Puncak	-0,629545	-1,460177	-0,158860
Dogiyai	-0,897364	-2,348021	1,331649
Intan Jaya	-0,639861	-1,951276	0,330748
Deiyai	-0,631939	-2,013669	0,429313
Kota Jayapura	-0,016576	-1,953424	0,971759

**Lampiran 12** Estimasi Parameter GWR Tiap Lokasi (Lanjutan)

<b>Kabupaten/Kota</b>	$T_{hit} \beta_3$	$T_{hit} \beta_4$	$T_{hit} \beta_5$
Merauke	0,317247	-1,809392	2,605844
Jayawijaya	0,801382	2,781483	2,088065
Jayapura	0,703318	2,698628	0,360777
Nabire	1,084152	2,619622	2,044625
Kepulauan Yapen	0,338531	-0,467947	0,702323
Biak Numfor	-0,032144	-0,958314	0,475848
Paniai	1,429783	2,684880	2,917589
Puncak Jaya	2,040602	2,835870	3,030664
Mimika	1,526391	2,260340	3,441151
Boven Digoel	0,064293	-1,003163	1,878630
Mappi	0,549938	-0,767845	2,354543
Asmat	0,875219	1,773721	2,064930
Yahukimo	0,351702	2,850588	1,194410
Pegunungan Bintang	-0,526151	1,510421	0,195206
Tolikara	1,789403	2,991591	2,377345
Sarmi	1,686321	3,499296	1,045566
Keerom	0,647797	2,177300	-0,009522
Waropen	1,641931	2,829715	2,346626
Supiori	-0,130058	-1,025896	0,441044
Mamberamo Raya	2,110423	3,044781	2,265697
Nduga	1,486945	2,491252	2,849800
Lanny Jaya	1,740738	2,707284	2,863987
Mamberamo Tengah	0,922401	3,100848	1,682432
Yalimo	-0,470938	1,850844	1,412480
Puncak	1,855149	2,654138	3,298751
Dogiyai	0,954717	2,483312	2,351888
Intan Jaya	1,673353	2,764520	3,066438
Deiyai	1,353232	2,540491	3,030463
Kota Jayapura	0,681265	2,118117	-0,038841

**Lampiran 12** Estimasi Parameter GWR Tiap Lokasi (Lanjutan)

<b>Kabupaten/Kota</b>	$T_{hit} \beta_6$	$T_{hit} \beta_7$	$T_{hit} \beta_8$
Merauke	-0,895014	-2,187938	-1,433926
Jayawijaya	2,983968	0,608589	-0,516799
Jayapura	2,558830	0,613791	-0,703479
Nabire	0,974082	2,525659	-0,360911
Kepulauan Yapen	1,860892	1,062492	-1,104359
Biak Numfor	1,859881	0,779643	-0,842077
Paniai	1,716623	1,630484	-0,278743
Puncak Jaya	3,177437	0,557465	-0,588988
Mimika	2,943562	0,031902	0,009235
Boven Digoel	0,607953	-1,222786	-1,078941
Mappi	0,101837	-1,784845	-1,165451
Asmat	2,614964	0,270566	-0,286152
Yahukimo	2,556720	0,725813	-0,538522
Pegunungan Bintang	2,385978	1,146409	-0,649051
Tolikara	3,230152	0,487246	-0,730120
Sarmi	2,769058	0,037442	-0,824542
Keerom	2,547944	0,762388	-1,171641
Waropen	1,444725	2,131919	-0,809038
Supiori	1,784420	0,765753	-0,589980
Mamberamo Raya	2,906347	1,138092	-1,162172
Nduga	3,478454	0,179105	-0,349642
Lanny Jaya	3,465242	0,269204	-0,484618
Mamberamo Tengah	2,767688	0,611921	-0,634072
Yalimo	2,341453	0,868589	-0,275088
Puncak	2,963217	0,467534	-0,293991
Dogiyai	1,016837	2,174910	-0,269859
Intan Jaya	2,174363	1,230007	-0,301743
Deiyai	1,860129	1,301983	-0,198202
Kota Jayapura	2,556850	0,769111	-1,027096

**Lampiran 13** Pemodelan GWR Tiap Kabupaten/Kota

<b>Kabupaten/Kota</b>	<b>Variabel Signifikan</b>
Merauke	$\hat{Y} = 39,620 + 0,690X_1 - 0,620X_2 + 0,174X_3 - 0,482X_4 + 0,502X_5 - 0,147X_6 - 1,682X_7 - 0,266X_8$
Jayawijaya	$\hat{Y} = -1,866 - 0,273X_1 - 0,034X_2 + 0,220X_3 + 0,391X_4 + 0,132X_5 + 0,253X_6 + 0,299X_7 - 0,054X_8$
Jayapura	$\hat{Y} = -3,958 - 0,571X_1 + 0,116X_2 + 0,432X_3 + 0,653X_4 + 0,027X_5 + 0,264X_6 + 0,411X_7 - 0,084X_8$
Nabire	$\hat{Y} = -11,059 - 0,757X_1 + 0,264X_2 + 0,319X_3 + 0,475X_4 + 0,151X_5 + 0,142X_6 + 1,690X_7 - 0,065X_8$
Kepulauan Yapen	$\hat{Y} = -17,208 + 0,347X_1 + 0,339X_2 + 0,108X_3 - 0,104X_4 + 0,059X_5 + 0,367X_6 + 0,775X_7 - 0,215X_8$
Biak Numfor	$\hat{Y} = -16,648 + 0,483X_1 + 0,314X_2 - 0,012X_3 - 0,260X_4 + 0,046X_5 + 0,474X_6 + 0,609X_7 - 0,181X_8$
Paniai	$\hat{Y} = -7,593 - 0,596X_1 + 0,102X_2 + 0,400X_3 - 0,460X_4 + 0,196X_5 + 0,215X_6 + 1,001X_7 - 0,040X_8$
Puncak Jaya	$\hat{Y} = -8,198 - 0,276X_1 + 0,018X_2 + 0,522X_3 + 0,385X_4 + 0,181X_5 + 0,297X_6 + 0,288X_7 - 0,066X_8$
Mimika	$\hat{Y} = -4,262 - 0,309X_1 - 0,093X_2 + 0,424X_3 + 0,365X_4 + 0,239X_5 + 0,336X_6 + 0,020X_7 + 0,001X_8$
Boven Digoel	$\hat{Y} = 24,923 + 0,459X_1 - 0,353X_2 + 0,029X_3 - 0,334X_4 + 0,180X_5 + 0,070X_6 - 0,639X_7 - 0,169X_8$
Mappi	$\hat{Y} = 19,598 + 0,505X_1 - 0,370X_2 + 0,264X_3 - 0,169X_4 + 0,253X_5 + 0,013X_6 - 1,070X_7 - 0,183X_8$
Asmat	$\hat{Y} = -3,981 - 0,118X_1 - 0,068X_2 + 0,245X_3 + 0,278X_4 + 0,146X_5 + 0,255X_6 + 0,130X_7 - 0,035X_8$
Yahukimo	$\hat{Y} = -0,263 - 0,367X_1 - 0,001X_2 + 0,150X_3 + 0,463X_4 + 0,079X_5 + 0,238X_6 + 0,425X_7 - 0,056X_8$
Pegunungan Bintang	$\hat{Y} = 6,769 - 0,265X_1 - 0,048X_2 - 0,276X_3 + 0,372X_4 + 0,016X_5 + 0,248X_6 + 0,765X_7 - 0,076X_8$
Tolikara	$\hat{Y} = -7,110 - 0,243X_1 + 0,025X_2 + 0,461X_3 + 0,402X_4 + 0,144X_5 + 0,268X_6 + 0,229X_7 - 0,080X_8$
Sarmi	$\hat{Y} = -10,389 - 0,284X_1 + 0,120X_2 + 0,691X_3 + 0,511X_4 + 0,065X_5 + 0,237X_6 + 0,019X_7 - 0,094X_8$
Keerom	$\hat{Y} = 0,687 - 0,687X_1 + 0,156X_2 + 0,441X_3 + 0,726X_4 - 0,001X_5 + 0,282X_6 + 0,543X_7 - 0,152X_8$
Waropen	$\hat{Y} = -9,988 - 0,474X_1 + 0,209X_2 + 0,395X_3 + 0,424X_4 + 0,144X_5 + 0,178X_6 + 1,228X_7 - 0,114X_8$
Supiori	$\hat{Y} = -20,288 + 0,506X_1 + 0,353X_2 - 0,051X_3 - 0,304X_4 + 0,045X_5 + 0,513X_6 + 0,612X_7 - 0,141X_8$
Mamberamo Raya	$\hat{Y} = -10,891 - 0,248X_1 + 0,132X_2 + 0,591X_3 + 0,398X_4 + 0,135X_5 + 0,242X_6 + 0,552X_7 - 0,135X_8$
Nduga	$\hat{Y} = -4,437 - 0,236X_1 - 0,062X_2 + 0,366X_3 + 0,352X_4 + 0,182X_5 + 0,314X_6 + 0,088X_7 - 0,038X_8$

**Lampiran 13** Pemodelan GWR Tiap Kabupaten/Kota (Lanjutan)

<b>Kabupaten/Kota</b>	<b>Variabel Signifikan</b>
Lanny Jaya	$\hat{Y} = -5,867 - 0,242X_1 - 0,031X_2 + 0,430X_3 + 0,371X_4 + 0,177X_5 + 0,306X_6 + 0,131X_7 - 0,052X_8$
Mamberamo Tengah	$\hat{Y} = -3,447 - 0,301X_1 - 0,013X_2 + 0,295X_3 + 0,439X_4 + 0,105X_5 + 0,238X_6 + 0,308X_7 - 0,067X_8$
Yalimo	$\hat{Y} = 5,254 - 0,229X_1 - 0,114X_2 - 0,206X_3 + 0,328X_4 + 0,099X_5 + 0,225X_6 + 0,525X_7 - 0,029X_8$
Puncak	$\hat{Y} = -6,448 - 0,322X_1 - 0,022X_2 + 0,481X_3 + 0,382X_4 + 0,206X_5 + 0,309X_6 + 0,255X_7 - 0,034X_8$
Dogiyai	$\hat{Y} = -10,204 - 0,829X_1 + 0,231X_2 + 0,322X_3 + 0,498X_4 + 0,171X_5 + 0,153X_6 + 1,687X_7 - 0,050X_8$
Intan Jaya	$\hat{Y} = -6,829 - 0,479X_1 + 0,049X_2 + 0,443X_3 + 0,432X_4 + 0,200X_5 + 0,250X_6 + 0,698X_7 - 0,039X_8$
Deiyai	$\hat{Y} = -7,000 - 0,568X_1 + 0,070X_2 + 0,391X_3 + 0,443X_4 + 0,207X_5 + 0,235X_6 + 0,861X_7 - 0,029X_8$
Kota Jayapura	$\hat{Y} = -0,245 - 0,751X_1 + 0,182X_2 + 0,496X_3 + 0,788X_4 - 0,003X_5 + 0,287X_6 + 0,565X_7 - 0,160X_8$

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Nurul Fadhilah dilahirkan di Semarang pada tanggal 17 Oktober 1992 merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis adalah SDN Jemur Wonosari I/417 Surabaya (1999-2005), SMP Negeri 13 Surabaya (2005-2008), dan SMA Negeri 15 Surabaya (2008-2011). Pada tahun 2011 penulis diterima di Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan terdaftar dengan NRP 1311 100 120.

Pada masa perkuliahan, penulis pernah melakukan Kerja Praktek di PT. *Campina Ice Cream Industry* Surabaya. Semasa kuliah, penulis aktif sebagai staff organisasi kerohanian Lembaga Dakwah Jurusan Forum Studi Statistika (FORSIS-ITS) dan aktif mengikuti berbagai kepanitiaan. Penulis juga pernah terpilih dalam lomba karya tulis ilmiah Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) yang didanai DIKTI di bidang kewirausahaan pada tahun pertama perkuliahan dan bidang penelitian pada tahun keempat perkuliahan. Segala kritik dan saran yang membangun serta bagi yang ingin berdiskusi lebih lanjut dengan penulis mengenai segala sesuatu yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini dapat menghubungi penulis melalui email berikut ini :  
nurulfadhilah76@yahoo.co.id

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*