



TUGAS AKHIR - SS 091324

**PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG
MEMPENGARUHI JUMLAH KASUS PENYAKIT
TUBERKULOSIS DI JAWA TIMUR DENGAN
PENDEKATAN *GENERALIZED POISSON REGRESSION*
(GPR) DAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON
REGRESSION* (GWPR)**

RIDA DWI LESTARI
NRP 1310 100 086

Dosen Pembimbing
Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si
Dr. Puhadi, M.Sc

JURUSAN STATISTIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



FINAL PROJECT - SS 091324

MODELLING OF FACTORS THAT AFFECT THE NUMBER OF TUBERCULOSIS CASES IN EAST JAVA WITH GENERALIZED POISSON REGRESSION (GPR) AND GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION (GWPR) APPROACH

RIDA DWI LESTARI
NRP 1310 100 086

Supervisor
Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si
Dr. Purhadi, M.Sc

DEPARTMENT OF STATISTICS
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014

**PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG
MEMPENGARUHI JUMLAH KASUS PENYAKIT
TUBERKULOSIS DI JAWA TIMUR DENGAN
PENDEKATAN *GENERALIZED POISSON
REGRESSION* DAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED
POISSON REGRESSION***

Nama Mahasiswa : Rida Dwi Lestari
NRP : 1310 100 086
Jurusan : Statistika FMIPA-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si
Co. Pembimbing : Dr. Puhadi, M.Sc

ABSTRAK

Tuberkulosis merupakan salah satu penyakit saluran pernafasan bawah dan menular yang disebabkan oleh kuman *Mycobacterium Tuberculosis*. Provinsi Jawa Timur menduduki peringkat terbanyak kedua jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Indonesia. Dalam penelitian ini dilakukan pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur dengan pendekatan *Generalized Poisson Regression* (GPR) dan *Geographically Weighted Poisson Regressions* (GWPR). Pemodelan menggunakan regresi poisson diperoleh hasil bahwa terjadi kasus *over* dispersi, sehingga digunakan metode GPR untuk mengatasinya. GWPR merupakan pengembangan dari regresi poisson dengan memperhatikan faktor spasial. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa dengan metode GWPR, variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus penyakit tuberkulosis di seluruh kabupaten/kota di Jawa Timur adalah persentase penduduk usia produktif, persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis, dan persentase tempat umum dan pengelolaan makanan (TUPM) sehat. Sedangkan metode GPR memberikan hasil bahwa persentase penduduk usia produktif, dan TUPM sehat yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur.

Kata kunci : GPR, GWPR, Regresi Poisson, Tuberkulosis

MODELLING OF FACTORS THAT AFFECT THE NUMBER OF TUBERCULOSIS CASES IN EAST JAVA WITH GENERALIZED POISSON REGRESSION AND GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION APPROACH

Name of Student : Rida Dwi Lestari
NRP : 1310 100 086
Department : Statistics FMIPA-ITS
Supervisor : Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si
Co. Supervisor : Dr. Purhadi, M.Sc

ABSTRACT

Tuberculosis is one of infectious lower tract respiratory disease caused by Mycobacterium Tuberculosis bacteria. East Java ranked second for the most Tuberculosis cases in Indonesia. Within this research, we do the modeling of the factors that affect the numbers of tuberculosis cases in East Java with Generalized Poisson Regression (GPR) and Geographically Weighted Poisson Regressions (GWPR) approach. Poisson Regression modeling, show us that there are over dispersion cases, Hence the GPR method is being used in response to this. GWPR is the development of poisson regression noticing the spatial factor. Modeling result show that by using GWPR method, variables that significantly affect the total numbers of tuberculosis cases across East Java are the percentage of citizen's productive age, percentage of tuberculosis aware health employers, and percentage of healthy public spaces and food services. While GPR method result show that the percentage of citizen's productive age and percentage of healthy public spaces and food services significantly affect the total numbers of tuberculosis cases in East Java.

Keywords : GPR, GWPR, Poisson Regression, Tuberculosis

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JUMLAH KASUS PENYAKIT TUBERKULOSIS DI JAWA TIMUR DENGAN PENDEKATAN *GENERALIZED POISSON REGRESSION* (GPR) DAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON* *REGRESSION* (GWPR)

TUGAS AKHIR

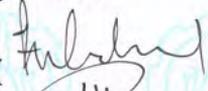
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

RIDA DWI LESTARI
NRP 1310 100 086

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. **Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si**
NIP : 19620603 198701 2 001
2. **Dr. Puhadi, M.Sc**
NIP : 19620204 198701 1 001

()
()

Mengetahui
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS


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

SURABAYA, JULI 2014

KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan hidayahNya, serta shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW atas suri tauladannya dalam kehidupan. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kasus Penyakit Tuberkulosis di Jawa Timur dengan Pendekatan *Generalized Poisson Regression (GPR)* dan *Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)*”**. Selesaiannya laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, bapak dan ibu yang selalu memberikan do'a, kasih sayang, dukungan, dan semangat kepada penulis. Serta keluarga besar penulis dan keluarga ayah Samsul Ashar yang selalu memberikan dukungan tiada henti.
2. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, M.T selaku Ketua Jurusan Statistika ITS.
3. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku dosen wali dan dosen pembimbing yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan selama masa kuliah hingga dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Purhadi, M.Sc selaku co-pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan ilmu, saran, dan banyak hal dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Bambang Widjanarko Otok, S.Si, M.Si. dan Ibu Dr. Santi Wulan Purnami, S.Si, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik hingga selesainya laporan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Statistika ITS yang selalu memberikan ilmu dan pengalaman untuk penulis.

7. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur yang telah memberikan kesempatan dan semua informasi yang penulis butuhkan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir.
8. Sahabat-sahabat tersayang Dian Seftiana, Ratna Pratiwi dan Roudhlotul Jannah atas keceriaan, kebersamaan, tawa dan tangis yang telah diberikan selama ini serta teman-teman sigma 21 atas dukungan, semangat dan kebersamaannya. Semoga kebersamaan ini akan tetap terjalin sampai kapanpun.
9. Keluarga Handprint Agung Prayoga, Rendra Permana, Abdurrahman Wafi, Afila, Iqbal, Satria dan teristimewa untuk M.Shoful Ulum yang telah memberikan doa, dukungan, semangat dan kenyamanan kepada penulis.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terimakasih atas dukungan yang kalian berikan.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih belum sempurna, sehingga diharapkan saran dan kritik dari semua pihak untuk pengembangan selanjutnya. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
<i>PAGE TITLE</i>	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Regresi Poisson	7
2.1.1 Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson	8
2.1.2 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson	10
2.1.3 <i>Overdispersion</i> Regresi Poisson	12
2.2 <i>Generalized Poisson Regression</i> (GPR)	12
2.2.1 Penaksiran Parameter Model GPR	13
2.2.2 Pengujian Parameter Model GPR	15
2.3 Pengujian Aspek Data Spasial	16
2.3.1 Pengujian Dependensi Spasial	16
2.3.2 Pengujian Heterogenitas Spasial	17
2.4 <i>Geographically Weighted Poisson Regression</i> (GWPR)	18
2.4.1 Penaksiran Parameter Model GWPR	19
2.4.2 Pengujian Parameter Model GWPR	20

	2.4.3 Penentuan <i>Bandwidth</i> dan Pembobot Optimum	23
	2.5 Multikolinearitas	24
	2.6 Tuberkulosis	25
	2.7 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Tuberkulosis	26
	2.8 Definisi Variabel	26
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	31
	3.1 Sumber Data	31
	3.2 Variabel Penelitian	31
	3.3 Metode Analisis	32
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	37
	4.1 Deskripsi dan Peta Persebaran Variabel Penelitian	37
	4.1.1 Deskripsi Jumlah Kasus Tuberkulosis dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi	37
	4.1.2 Peta Persebaran Jumlah Kasus Tuberkulosis dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi di Kabupaten/Kota di Jawa timur	39
	4.2 Pemodelan Jumlah Kasus Penyakit Tuberkulosis di Jawa Timur Tahun 2012 dengan Regresi Poisson dan GPR.....	50
	4.2.1 Pola Hubungan Antar Variabel	50
	4.2.2 Pemeriksaan Multikolinieritas	51
	4.2.3 Pemodelan Jumlah Kasus Tuberkulosis Menggunakan Regresi Poisson	52
	4.2.4 Pemodelan Jumlah Kasus Tuberkulosis di Jawa Timur Menggunakan GPR	55
	4.3 Pemodelan Jumlah Kasus Tuberkulosis di Jawa Timur Menggunakan GWPR.....	57
	4.3.1 Pengujian Aspek Data Spasial.....	57
	4.3.2 Pemodelan Jumlah Kasus Tuberkulosis Menggunakan GWPR	58
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	75
	5.1 Kesimpulan	75

5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	81
BIODATA PENULIS	99

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Metode Analisis	34
Gambar 4.1	Persebaran Jumlah Kasus Tuberkulosis di Jawa Timur	40
Gambar 4.2	Persebaran Persentase Keluarga dengan Sarana Sanitasi Dasar Sehat	41
Gambar 4.3	Persebaran Persentase Penderita HIV	42
Gambar 4.4	Persebaran Persentase Status Gizi Buruk Masyarakat	43
Gambar 4.5	Persebaran Persentase Penduduk Usia Produktif.....	44
Gambar 4.6	Persebaran Persentase Tenaga Kesehatan Terdidik Tuberkulosis	45
Gambar 4.7	Persebaran Persentase Penduduk Miskin	46
Gambar 4.8	Persebaran Persentase Rumah Tangga Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS.....	47
Gambar 4.9	Persebaran Persentase Tempat Umum dan Pengelolaan Makanan (TUPM) Sehat.....	48
Gambar 4.10	Persebaran Persentase Rumah Sehat	50
Gambar 4.11	Pola Hubungan Jumlah Kasus Penyakit Tuberkulosis dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi	51
Gambar 4.12	Kelompok Kabupaten/Kota Menurut Variabel Signifikan yang Sama.....	72

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Variabel Penelitian	32
Tabel 4.1	Statistika Deskriptif Variabel Penelitian	38
Tabel 4.2	Nilai VIF Variabel Prediktor	52
Tabel 4.3	Estimasi Parameter Model Regresi Poisson	53
Tabel 4.4	Estimasi Parameter Model GPR	56
Tabel 4.5	Jarak <i>Euclid</i> dan Pembobot Kota Surabaya	60
Tabel 4.6	Uji Kesamaan Model GWPR	61
Tabel 4.7	Koefisien Parameter Model GWPR Setiap Kabupaten/Kota di Jawa Timur	62
Tabel 4.8	Variabel yang Signifikan pada Model GWPR dengan Pembobot Fungsi Kernel Gauss	68
Tabel 4.9	Pengelompokan Kabupaten/Kota Menurut Variabel signifikan yang sama pada Model GWPR	70

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan kesehatan diarahkan untuk meningkatkan kesadaran, kemauan dan kemampuan hidup sehat bagi setiap orang agar terbentuk kesehatan masyarakat yang optimal. Berdasarkan konstitusi organisasi kesehatan dunia yang berada di bawah Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB), salah satu hak asasi manusia adalah memperoleh manfaat, mendapatkan, dan atau merasakan derajat kesehatan setinggi-tingginya. Sehingga Kementerian Kesehatan, Dinas Kesehatan Provinsi, dan Kabupaten/Kota dalam menjalankan kebijakan dan program pembangunan kesehatan tidak hanya berpihak pada kaum miskin, namun juga berorientasi pada pencapaian *Millenium Development Goals* (MDGs). Agenda pencapaian MDGs terdiri dari delapan poin, lima diantaranya merupakan bidang kesehatan. Salah satu bidang kesehatan yang merupakan agenda pencapaian MDGs adalah memerangi HIV/AIDS, Malaria, Tuberkulosis dan penyakit lainnya (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2013).

Tuberkulosis merupakan salah satu jenis penyakit saluran pernafasan bawah dan menular, disebabkan oleh *Mycrobacterium Tuberculosis*. Penyakit Tuberkulosis diperkenalkan oleh Robert Koch di Berlin, Jerman pada 24 Maret 1882 (Muniroh, Aisah, & Mifbakhuddin, 2013). Kuman *Mycrobacterium Tuberculosis* (TB) memiliki sifat khusus yaitu tahan terhadap asam pada pewarnaan, sehingga disebut sebagai Basil Tahan Asam (BTA). Kuman TB cepat mati dengan sinar matahari langsung, tetapi dapat bertahan hidup beberapa jam di tempat yang gelap dan lembab karena jaringan tubuh kuman TB bersifat *dormant* (Dwikentarti, 2010).

Tuberkulosis sampai saat ini masih menjadi masalah utama kesehatan masyarakat dan secara global masih menjadi isu kesehatan global di semua negara. Berdasarkan laporan WHO (2010), terdapat 22 negara dengan kategori beban tinggi terhadap tuberkulosis (*High Burden of TBC Number*). Sebanyak 8,9 juta

penderita tuberkulosis dengan proporsi 80 persen pada 22 negara berkembang dengan kematian tiga juta orang pertahun, dan satu orang dapat terinfeksi tuberkulosis setiap detik. Indonesia sebagai salah satu negara yang masuk dalam kategori negara beban tinggi terhadap tuberkulosis, berada pada peringkat kelima setelah India, Cina, Afrika Selatan, dan Nigeria dengan jumlah penderita tuberkulosis sebesar 429 ribu orang (Kementerian Kesehatan RI, 2011).

Jawa Timur merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang terdiri dari 38 kabupaten/kota. Di tingkat nasional, Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu penyumbang jumlah penderita tuberkulosis terbanyak kedua di bawah Provinsi Jawa Barat. Jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur sebanyak 41.472 kasus dengan BTA positif baru sebanyak 25.618 kasus dan 1.233 penderita tuberkulosis meninggal (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2013).

Jumlah kasus tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur merupakan data *count* yang mengikuti distribusi poisson. Regresi poisson sangat cocok digunakan untuk menganalisis data *count* jika *mean* dan variansnya sama (*equidispersion*). Akan tetapi, kondisi *equidispersion* sulit terpenuhi, pada umumnya sering terjadi kasus *over dispersion* dimana varians lebih besar daripada rata-ratanya. Implikasi dari tidak terpenuhinya *equidispersion* mengakibatkan dugaan model regresi poisson menjadi kurang akurat, sehingga untuk mengatasi kasus *over* dispersi dalam penelitian ini dilakukan pemodelan menggunakan metode *Generalized Poisson Regression* (GPR). GPR merupakan salah satu alternatif untuk mengatasi adanya kasus *over/under* dispersi pada pemodelan data yang menggunakan regresi poisson. Penelitian menggunakan GPR telah dilakukan oleh Assriyanti (2011) untuk memodelkan jumlah kasus AIDS di Jawa Timur. Diperoleh kesimpulan bahwa variabel persentase penduduk yang tamat SMA dan persentase penduduk miskin berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus AIDS di Provinsi Jawa Timur.

Sampai saat ini penyakit TB merupakan masalah yang cukup serius karena menyebabkan kematian yang tinggi pada usia produktif. Penelitian tentang tuberkulosis di Indonesia beberapa kali telah dilakukan diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Hasyim (2010), tentang pemodelan angka kejadian penyakit infeksi tuberkulosis paru di Kabupaten Sorong, Papua Barat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis pekerjaan, umur, kebiasaan merokok, status sosial ekonomi, konsumsi alkohol dan tingkat pendidikan berpengaruh signifikan terhadap penyakit tuberkulosis paru di Kabupaten Sorong, Provinsi Papua Barat. Selain itu, Dwikentarti (2010) juga menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit tuberkulosis pada pasien dengan regresi logistik multinomial di Kota Semarang. Dari penelitian diperoleh hasil bahwa variabel umur, tempat tinggal, dan kebiasaan merokok berpengaruh signifikan terhadap BTA positif sebesar 78,41 persen. Penelitian tentang faktor kesehatan lingkungan yang berhubungan dengan kejadian *tuberculosis* paru di Kabupaten Cilacap dilakukan oleh Fatimah (2008), memberikan hasil bahwa pencahayaan, kelembaban, ventilasi, dan status gizi memiliki hubungan dengan terjadinya penyakit tuberkulosis.

Perbedaan faktor-faktor yang berpengaruh di masing-masing topografi menunjukkan adanya pengaruh kondisi lokal dari suatu wilayah tertentu dalam menentukan faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap penyakit tuberkulosis. Kasus tuberkulosis merupakan suatu permasalahan yang mengepidemi suatu wilayah. Apabila seseorang hidup dalam satu wilayah yang sama dengan seseorang yang menderita tuberkulosis, maka orang tersebut akan beresiko tinggi untuk tertular penyakit tuberkulosis. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisa dengan memperhatikan faktor spasial sehingga hasil pemodelan jumlah kasus tuberkulosis dapat menggambarkan pola hubungan yang lebih baik daripada analisa regresi global. Pemodelan dengan memperhatikan faktor spasial menggunakan *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR), dimana setiap wilayah pasti memiliki kondisi geografis yang berbeda, sehingga me-

nyebabkan adanya perbedaan jumlah kasus tuberkulosis antara wilayah satu dengan wilayah yang lainnya sesuai dengan karakteristik wilayah tersebut.

Penelitian metode GWPR yang telah dilakukan diantaranya Aulele (2010), menggunakan metode GWPR untuk memodelkan jumlah kematian bayi di Jawa Timur dan Jawa Tengah. Sedangkan Ardiyanti (2010), menggunakan metode GWPR untuk memodelkan angka kematian bayi di Jawa Timur. Dari penelitian-penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa setiap wilayah mempunyai perbedaan karakteristik satu sama lain, sehingga model yang dihasilkan juga berbeda.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dalam tugas akhir ini dilakukan pemodelan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penyakit tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur dengan metode *Generalized Poisson Regression* dan *Geographically Weighted Poisson Regression*. Penelitian ini menggunakan variabel prediktor persentase kepemilikan sarana sanitasi dasar sehat, persentase penderita HIV, persentase status gizi buruk masyarakat, persentase penduduk usia produktif, persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis, persentase penduduk miskin, persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS), persentase tempat umum dan pengelolaan makanan (TUPM) sehat, dan persentase rumah sehat.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun permasalahan dalam penelitian ini, yaitu.

1. Bagaimana deskripsi jumlah kasus penyakit tuberkulosis dan faktor-faktor yang mempengaruhi di kabupaten/kota di Jawa Timur?
2. Bagaimana pemodelan jumlah kasus penyakit tuberkulosis dan faktor apa saja yang berpengaruh signifikan terhadap tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur dengan pendekatan *Generalized Poisson Regression* (GPR)?
3. Bagaimana pemodelan jumlah kasus penyakit tuberkulosis dan faktor apa saja yang berpengaruh signifikan terhadap

tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur dengan pendekatan *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan jumlah kasus penyakit tuberkulosis dan faktor-faktor yang mempengaruhi di kabupaten/kota di Jawa Timur.
2. Mendapatkan model jumlah kasus penyakit tuberkulosis dan faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur dengan pendekatan *Generalized Poisson Regression* (GPR).
3. Mendapatkan model jumlah kasus penyakit tuberkulosis dan faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur dengan pendekatan *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dalam pelaksanaan penelitian ini diantaranya.

1. Hasil penelitian yang diperoleh mampu memberikan gambaran faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus penyakit tuberkulosis di wilayah Jawa Timur kepada Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, sehingga dapat digunakan sebagai masukan terhadap kebijakan yang akan dibuat untuk mengurangi jumlah penyakit tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur.
2. Memberikan wawasan terhadap mahasiswa terkait metode *Generalized Poisson Regression* dan *Geographically Weighted Poisson Regression* sebagai aplikasi dalam bidang kesehatan khususnya pada kasus penyakit tuberkulosis (TB).

1.5 Batasan Masalah

Batasan yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang digunakan merupakan data jumlah kasus tuberkulosis dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, diperoleh dari data Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur pada tahun 2012 dan Badan Pusat Statistika (BPS) Provinsi Jawa Timur tahun 2012.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Regresi Poisson

Regresi poisson merupakan model regresi nonlinear yang sering digunakan untuk mengatasi data *count* dimana variabel respon (Y) mengikuti distribusi poisson (Agresti, 2002). Menurut Walpole (1982), distribusi poisson adalah distribusi peluang acak poisson (Y) yang menyatakan banyaknya sukses dari suatu percobaan dengan sebaran peluangnya merupakan sebaran poisson. Ciri-ciri percobaan yang mengikuti sebaran distribusi poisson, yaitu (Cameron & Trivedi, 1998).

1. Kejadian dengan probabilitas kecil yang terjadi pada populasi dengan jumlah anggota yang besar
2. Bergantung pada interval waktu tertentu
3. Kejadian yang termasuk dalam proses stokastik (*counting process*)
4. Perulangan dari kejadian yang mengikuti sebaran distribusi binomial.

Probabilitas distribusi poisson adalah (Myers, 1990),

$$P(Y; \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}; \quad y = 0, 1, 2, \dots \quad (2.1)$$

dengan μ adalah rata-rata dan varian dari variabel random Y yang berdistribusi poisson. Distribusi poisson digunakan untuk memodelkan peristiwa yang jarang terjadi dalam periode waktu tertentu.

Misalkan terdapat sekumpulan data dengan struktur sebagai berikut,

$$\begin{bmatrix} y_1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{k1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_n & x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{kn} \end{bmatrix}$$

dengan y_i = nilai observasi ke- i dari variabel respon (Y)

x_{ik} = nilai observasi ke- i dari variabel prediktor (X_k).

Model regresi poisson ditulis dengan persamaan berikut (Myers, 1990),

$$\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \quad (2.2)$$

dengan $\mathbf{x}_i = [1 \quad x_{1i} \quad x_{2i} \quad \cdots \quad x_{ki}]^T$

$$\boldsymbol{\beta} = [\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \cdots \quad \beta_k]^T.$$

2.1.1 Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson

Salah satu metode yang digunakan untuk penaksiran parameter regresi poisson adalah metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Metode MLE biasa digunakan dengan cara memaksimalkan fungsi *likelihood*. Dalam regresi poisson, parameter yang ditaksir adalah $\boldsymbol{\beta}_k$ dengan hasil taksiran dilambangkan $\hat{\boldsymbol{\beta}}_k$. Untuk mendapatkan nilai taksiran $\boldsymbol{\beta}_k$ dilakukan dengan langkah berikut.

1. Mengambil n data sampel random
2. Membentuk fungsi *likelihood* dari regresi poisson, yaitu.

$$L(\boldsymbol{\beta}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!}$$

$$L(\boldsymbol{\beta}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) (\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{y_i}}{y_i!}$$

$$L(\boldsymbol{\beta}) = \frac{\exp\left(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})\right) \left(\exp\left(\sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}\right)\right)}{\prod_{i=1}^n y_i!} \quad (2.3)$$

Fungsi *likelihood* diubah dalam bentuk logaritma natural sebagai berikut.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}) = \ln \left(\frac{\exp \left(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \right) \left(\exp \left(\sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} \right) \right)}{\prod_{i=1}^n y_i!} \right)$$

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}) = -\sum_{i=1}^n \left(\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \right) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \quad (2.4)$$

Kemudian Persamaan (2.4) diturunkan terhadap $\boldsymbol{\beta}^T$ yang merupakan bentuk vektor, menjadi

$$\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}^T} = -\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i. \quad (2.5)$$

Selanjutnya persamaan (2.5) disama dengankan nol sebagai syarat perlu, menggunakan metode iterasi Newton-Raphson. Metode ini digunakan karena jika diselesaikan dengan MLE (derivatif) akan menghasilkan persamaan yang tidak *close form*. Algoritma untuk optimasi dengan metode Newton-Raphson dapat dituliskan sebagai berikut.

1. Menentukan nilai taksiran awal parameter $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)}$ menggunakan metode OLS (*Ordinary Least Square*).

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{y} \quad (2.6)$$

dengan,

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{k2} \\ 1 & x_{13} & x_{23} & \cdots & x_{k3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{kn} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{y} = [y_1 \quad y_2 \quad y_3 \quad \cdots \quad y_n]^T.$$

2. Membentuk vektor gradien \mathbf{g}

$$\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}_{(m)})_{(k+1) \times 1} = \left(\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0}, \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1}, \dots, \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_k} \right)_{\boldsymbol{\beta}=\boldsymbol{\beta}_{(m)}}^T$$

k merupakan banyaknya parameter yang ditaksir (variabel prediktor).

3. Membentuk matriks Hessian \mathbf{H}

$$\mathbf{H}\left(\boldsymbol{\beta}_{(m)}\right)_{(k+1) \times (k+1)} = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0^2} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_1} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_k} \\ \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1^2} & \dots & \dots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1 \partial \beta_k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_k^2} \end{pmatrix}_{\boldsymbol{\beta}=\boldsymbol{\beta}_{(m)}}$$

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

2.1.2 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson

Pengujian parameter digunakan untuk mengetahui pengaruh dari suatu parameter terhadap model dengan tingkat signifikansi tertentu. Pengujian kelayakan model regresi poisson dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) yang memiliki hipotesis sebagai berikut.

Hipotesis :

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

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

$$\text{Statistik uji : } D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) \quad (2.7)$$

$L(\hat{\omega})$ dan $L(\hat{\Omega})$ merupakan dua fungsi *likelihood* yang berhubungan dengan model regresi yang diperoleh. $L(\hat{\omega})$ adalah nilai maksimum *likelihood* untuk himpunan parameter di bawah H_0 dan $L(\hat{\Omega})$ adalah nilai maksimum *likelihood* untuk himpunan parameter di bawah populasi.

Keputusan : Tolak H_0 jika nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha, k)}$, yang berarti minimal ada satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model. $D(\hat{\beta})$ adalah devians model regresi poisson yang dihitung pada seluruh parameter dalam model, dan merupakan statistik rasio *likelihood* yang mengikuti distribusi *chi-square* dengan derajat bebas k . Menurut McCullagh & Nelder (1989), nilai $D(\hat{\beta})$ akan berkurang seiring bertambahnya parameter dalam model, sehingga semakin kecil nilai $D(\hat{\beta})$ model akan semakin baik.

Kemudian dilakukan pengujian parameter secara parsial untuk melihat signifikansi parameter terhadap model dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan mengikuti distribusi z yaitu,

$$z = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} \quad (2.8)$$

$se(\hat{\beta}_j)$ adalah *standard error*, didapatkan dari elemen diagonal ke- $(j+1)$ dari $\sqrt{\text{var}(\hat{\beta})}$ dengan $\text{var}(\hat{\beta}) = -\mathbf{E}(\mathbf{H}^{-1}(\hat{\beta}))$. H_0 akan ditolak jika nilai dari $|z_{hitung}|$ lebih besar dari nilai $z_{\alpha/2}$, dimana α adalah tingkat signifikansi yang digunakan.

2.1.3 *Overdispersion Regresi Poisson*

Regresi poisson dikatakan *over dispersion* apabila nilai variansnya lebih besar dari nilai rata-ratanya. Jika pada data diskrit terjadi *overdispersion* dan tetap menggunakan regresi poisson sebagai metode penyelesaiannya, maka akan diperoleh suatu kesimpulan yang tidak valid karena nilai *standard error* menjadi *under estimate*. Hal ini disebabkan karena parameter koefisien regresi yang dihasilkan dari regresi poisson tidak efisien meskipun koefisien regresinya tetap konsisten.

Overdispersion merupakan nilai dispersi *pearson chi-square* dan *deviance* yang dibagi dengan derajat bebasnya, diperoleh nilai lebih besar dari 1. Selain itu, θ juga merupakan parameter dispersi, jika $\theta > 0$ artinya terjadi *overdispersion* pada regresi poisson dan jika $\theta < 0$ artinya terjadi *underdispersion*. Sementara, jika $\theta = 0$ menunjukkan bahwa tidak terjadi kasus *over/under* dispersi yang disebut dengan *equidispersion* (Famoye, Wulu, & Singh, 2004).

2.2 *Generalized Poisson Regression (GPR)*

Model *Generalized Poisson Regression* (GPR) merupakan suatu model yang sesuai untuk data *count* apabila terjadi *over/under dispersion*. Sehingga selain parameter μ , dalam model GPR juga terdapat θ sebagai parameter dispersi. Model GPR hampir mirip dengan regresi poisson yaitu merupakan suatu model GLM, akan tetapi pada model GPR mengasumsikan bahwa komponen randomnya berdistribusi *Generalized Poisson* (GP).

Misal $y = 0, 1, 2, \dots$ merupakan variabel respon. Distribusi GP menurut Famoye *et al.* (2004) sebagai berikut.

$$f(y; \mu; \theta) = \left(\frac{\mu}{1 + \theta\mu} \right)^y \frac{(1 + \theta y)^{y-1}}{y!} \exp\left(\frac{-\mu(1 + \theta y)}{1 + \theta\mu} \right), \quad y = 0, 1, 2, \dots \quad (2.9)$$

Mean dan varians model GPR adalah sebagai berikut.

$$E(y) = \mu \quad \text{dan} \quad \text{Var}(y) = \mu(1 + \theta\mu)^2$$

Apabila θ sama dengan 0 maka model GPR akan menjadi model regresi poisson biasa. Sedangkan apabila $\theta > 0$ maka model GPR merepresentasikan terjadi *overdispersion* pada data *count*, dan sebaliknya apabila $\theta < 0$ maka model GPR merepresentasikan terjadi *underdispersion* pada data *count*. Model GPR memiliki bentuk yang sama dengan model regresi poisson sebagai berikut.

$$\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.10)$$

dengan $\mathbf{x}_i = [1 \quad x_{1i} \quad x_{2i} \quad \dots \quad x_{ki}]^T$

$$\boldsymbol{\beta} = [\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \dots \quad \beta_k]^T$$

2.2.1 Penaksiran Parameter Model *Generalized Poisson Regression (GPR)*

Penaksiran parameter GPR pada persamaan (2.9) dilakukan menggunakan metode MLE dengan fungsi *likelihood* model GPR sebagai berikut.

$$L(\mu, \theta) = \prod_{i=1}^n f(\mu, \theta)$$

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

$$L(\mu, \theta) = \left(\prod_{i=1}^n \left(\frac{\mu_i}{1 + \theta\mu_i} \right)^{y_i} \right) \left(\prod_{i=1}^n \frac{(1 + \theta y_i)^{y_i - 1}}{y_i!} \right) \exp\left(\sum_{i=1}^n \frac{-\mu_i(1 + \theta y_i)}{1 + \theta\mu_i} \right) \quad (2.11)$$

Kemudian Persamaan (2.11) diubah dalam bentuk fungsi logaritma natural menjadi.

$$\ln L(\mu, \theta) = \ln \left\{ \left(\prod_{i=1}^n \left(\frac{\mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right)^{y_i} \right) \left(\prod_{i=1}^n \frac{(1 + \theta y_i)^{(y_i - 1)}}{y_i!} \right) \exp \left(\sum_{i=1}^n \frac{-\mu_i (1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu_i} \right) \right\}$$

$$\ln L(\mu, \theta) = \sum_{i=1}^n \{ y_i \ln(\mu_i) - y_i \ln(1 + \theta \mu_i) + (y_i - 1) \ln(1 + \theta y_i) + \Delta \}$$

$$\text{dimana } \Delta = -\ln(y_i!) - \frac{\mu_i (1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu_i}$$

Dengan mensubstitusikan nilai $\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})$, maka didapatkan persamaan sebagai berikut.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}, \theta) = \sum_{i=1}^n \{ y_i \ln(\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) - y_i \ln(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) + (y_i - 1) \ln(1 + \theta y_i) + \Delta \}$$

$$\text{dengan, } \Delta = -\ln(y_i!) - \frac{\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})}$$

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}, \theta) = \sum_{i=1}^n \{ y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} - y_i \ln(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) + (y_i - 1) \ln(1 + \theta y_i) + \Delta^* \}$$

$$\text{dimana } \Delta^* = -\ln(y_i!) - \exp \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} (1 + \theta y_i) (1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-1}$$

Selanjutnya persamaan logaritma natural dari fungsi *likelihood* diturunkan terhadap $\boldsymbol{\beta}^T$ dan disamakan dengan nol untuk mendapatkan parameter $\hat{\boldsymbol{\beta}}$. Bentuk turunan persamaan logaritma natural dari *likelihood* terhadap $\boldsymbol{\beta}^T$ yaitu.

$$\frac{\ln L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \boldsymbol{\beta}^T} = \sum_{i=1}^n \left[y_i \mathbf{x}_i - \theta y_i \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) (1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-1} + \Delta \right]$$

$$\text{dimana } \Delta = -(1 + \theta y_i) \left\{ \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) (1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-1} + \Delta^* \right\}$$

$$\text{dan } \Delta^* = -\theta \mathbf{x}_i \left(\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \right)^2 (1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-2}$$

Untuk mendapatkan penaksir parameter $\hat{\theta}$ maka persamaan tersebut diturunkan terhadap θ dan disamakan dengan nol dan diperoleh hasil sebagai berikut.

$$\frac{\ln L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\theta} = \sum_{i=1}^n \left[y_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) (1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-1} + y_i (y_i - 1) (1 + \theta y_i)^{-1} + \Delta \right]$$

$$\text{dimana } \Delta = -\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \left\{ y_i (1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-1} + \Delta^* \right\}$$

$$\text{dan } \Delta^* = -(1 + \theta y_i) \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) (1 + \theta (\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-2}$$

Penurunan fungsi *ln-likelihood* terhadap $\boldsymbol{\beta}^T$ dan θ seringkali menghasilkan persamaan yang implisit, sehingga digunakan metode numerik yaitu iterasi Newton-Raphson hingga diperoleh penaksir parameter yang konvergen seperti pada subbab 2.1.1.

2.2.2 Pengujian Parameter Model *Generalized Poisson Regression* (GPR)

Pengujian parameter GPR sama dengan pengujian parameter regresi poisson. Pengujian parameter GPR dilakukan menggunakan metode MLRT dengan hipotesis sebagai berikut.

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

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

$$\text{Statistik uji : } D(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = -2 \ln A = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) \quad (2.12)$$

Tolak H_0 jika nilai $D(\hat{\boldsymbol{\beta}}) > \chi^2_{(\alpha, k)}$, yang berarti minimal ada satu parameter yang berpengaruh secara signifikan terhadap model. Kemudian dilakukan pengujian parameter secara parsial untuk melihat signifikansi parameter terhadap model dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan mengikuti distribusi z yaitu,

$$z = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)}. \quad (2.13)$$

Tolak H_0 jika nilai dari $|z_{hitung}|$ lebih besar dari nilai $z_{\alpha/2}$, dimana α adalah tingkat signifikansi yang digunakan.

2.3 Pengujian Aspek Data Spasial

Regresi spasial merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor dengan memperhatikan aspek lokasi atau spasial. Aspek spasial yang dimaksud adalah data yang digunakan memiliki *error* saling berkorelasi dan memiliki heterogenitas spasial (Anselin, 1988).

2.3.1 Pengujian Dependensi Spasial

Pengujian dependensi spasial dilakukan untuk melihat apakah pengamatan di suatu lokasi berpengaruh terhadap pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Pengujian dependensi spasial dilakukan menggunakan statistik uji Moran's I dengan hipotesis sebagai berikut .

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

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

Statistik uji : $Z_{hit} = \frac{\hat{I} - E(\hat{I})}{\sqrt{Var(\hat{I})}}$

dimana,

\hat{I} : indeks Moran yaitu $\hat{I} = \frac{e^T W e}{e^T e}$

Z_{hit} : nilai statistik uji indeks Moran

W : matriks pembobot spasial

$E(\hat{I})$: nilai harapan dari indeks Moran yaitu $E(\hat{I}) = \frac{tr(MW)}{(n-k)}$

$Var(\hat{I})$: simpangan baku dari indeks Moran yaitu

$$Var(\hat{I}) = \frac{\left[tr(MWMW^T) + tr(MW)^2 + (tr(MW))^2 \right]}{d - E(\hat{I})^2}$$

dengan, $d = (n - k)(n - k + 2)$

$$M = \left(I - X(X^T X)^{-1} X^T \right).$$

Keputusan : Tolak H_0 jika nilai $|Z_{hit}| > Z_{\alpha/2}$ atau $p\text{-value} < \alpha$, yang berarti terdapat dependensi spasial dalam model.

2.3.2 Pengujian Heterogenitas Spasial

Pengujian heterogenitas spasial dilakukan untuk melihat apakah terdapat kekhasan pada setiap lokasi pengamatan, sehingga parameter regresi yang dihasilkan berbeda-beda secara spasial. Pengujian heterogenitas spasial dilakukan menggunakan statistik uji *Breusch-Pagan* (BP) dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2 \quad (\text{varians antar lokasi sama})$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 \quad (\text{varians antar lokasi berbeda})$$

$$\text{Statistik uji: } BP = (1/2) \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} \quad (2.15)$$

dimana,

$$\mathbf{f} = (f_1, f_2, \dots, f_n)^T \text{ dengan } f_i = \left(\frac{\hat{e}_i^2}{\sigma^2} - 1 \right)$$

\hat{e}_i = residual dari metode *Ordinary least square* (OLS) untuk observasi ke- i

\mathbf{Z} = matriks berukuran $n \times (k + 1)$ berisi vektor yang sudah di normal standart kan untuk setiap observasi.

Keputusan : Tolak H_0 jika nilai $BP = (1/2) \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} > \chi^2_{(\alpha, k)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$ yang berarti terjadi heteroskedastisitas dalam model.

2.4 *Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)*

Model GWPR adalah salah satu metode statistika yang merupakan pengembangan dari regresi poisson dengan penaksir parameter model bersifat lokal untuk setiap titik atau lokasi, dimana data tersebut dikumpulkan dengan asumsi data berdistribusi Poisson. Menurut Fotheringham, Brudson, & Charlton (2002) model GWPR dikembangkan dari metode GWR yaitu suatu teknik yang membawa kerangka dari model regresi sederhana menjadi model regresi yang terboboti. Dalam model GWPR, variabel respon (Y) diprediksi dengan variabel prediktor (X) yang koefisien regresinya dipengaruhi oleh letak geografis baik lintang maupun bujur dan disimbolkan (u_i, v_i) bergantung pada lokasi dimana data tersebut diamati. Model GWPR dengan u_i sebagai koordinat lintang dan v_i sebagai koordinat bujur yang digunakan sebagai pembobot parameter adalah sebagai berikut.

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

$$\text{dimana } \mu_i = \exp\left(\sum_{j=0}^k \beta_j(u_i, v_i) x_{ji}\right),$$

maka

$$y_i \sim \exp\left(\sum_{j=0}^k \beta_j(u_i, v_i) x_{ji}\right) \quad (2.16)$$

dengan,

k = banyaknya variabel prediktor

y_i = nilai observasi respon ke- i

x_{ji} = nilai observasi variabel prediktor ke- j pada pengamatan lokasi (u_i, v_i)

$\beta_j(u_i, v_i)$ = koefisien regresi variabel prediktor ke- j untuk setiap lokasi (u_i, v_i)

(u_i, v_i) = koordinat lintang dan bujur dari titik ke- i pada suatu lokasi geografis

2.4.1 Penaksiran Parameter Model Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)

Penaksiran parameter model GWPR dilakukan dengan menggunakan metode MLE dengan memberikan pembobot pada fungsi *ln-likelihood*. Langkah awal dari metode ini adalah membentuk fungsi *likelihood* sebagai berikut.

$$L(\boldsymbol{\beta}(u,v)) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!}$$

Setelah diperoleh fungsi *likelihood* model GWPR, selanjutnya fungsi *likelihood* tersebut diubah dalam bentuk logaritma natural (*ln-likelihood*) menjadi,

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u,v)) = \ln \left(\prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \right)$$

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u,v)) = \sum_{i=1}^n (-\mu_i + y_i \ln(\mu_i) - \ln(y_i!)). \quad (2.17)$$

Dengan mensubstitusikan bentuk $\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u,v))$ pada persamaan (2.17), maka bentuk lain persamaan tersebut adalah.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u,v)) = \sum_{i=1}^n (-\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u,v)) + y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u,v) - \ln(y_i!)) \quad (2.18)$$

Bentuk *ln-likelihood* untuk iterasi ke- (u_i, v_i) pada persamaan (2.18) adalah

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) = \sum_{i=1}^n (-\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) + y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) - \ln(y_i!)).$$

Faktor pembobot pada model GWPR menggunakan faktor letak geografis dengan nilai yang berbeda untuk setiap wilayah yang menunjukkan sifat lokal pada model GWPR. Sehingga, pembobot diberikan pada bentuk *ln-likelihood* untuk model GWPR dan diperoleh persamaan berikut.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) = \sum_{i=1}^n (-\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) + y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) - \ln(y_i!)) w_{ij}(u_i, v_i)$$

Kemudian persamaan $\ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))$ diturunkan terhadap $\boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i)$

dan disamakan dengan nol agar diperoleh nilai taksiran parameter $\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)$ yaitu $\hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i, v_i)$ sebagai berikut.

$$\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))}{\partial \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i)} = 0$$

$$\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))}{\partial \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i)} = \sum_{i=1}^n (-\mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) + \mathbf{x}_i y_i) w_{ij}(u_i, v_i) = 0$$

Karena dari penyelesaian tersebut diperoleh hasil yang implisit maka dapat diselesaikan dengan metode Newton-Raphson *Iteratively Reweighted Least Square* (IRLS). Secara umum persamaan untuk iterasi Newton-Raphson IRLS dilakukan dengan cara menyelesaikan persamaan berikut.

$$\boldsymbol{\beta}_{(m+1)}(u_i, v_i) = \boldsymbol{\beta}_{(m)}(u_i, v_i) - \mathbf{H}_{(m)}^{-1}(\boldsymbol{\beta}_{(m)}(u_i, v_i)) \mathbf{g}_{(m)}(\boldsymbol{\beta}_{(m)}(u_i, v_i)) \quad (2.19)$$

dengan,

$$\begin{aligned} \mathbf{g}_{(m)}(\boldsymbol{\beta}_m(u_i, v_i)) &= \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))}{\partial \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i)} \\ &= -\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i w_{ij}(u_i, v_i) \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) + \sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i w_{ij}(u_i, v_i) y_i \\ \mathbf{H}_{(m)}(\boldsymbol{\beta}_m(u_i, v_i)) &= \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))}{\partial \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) \partial \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i)} \\ &= -\sum_{j=1}^n \mathbf{x}_i w_{ij}(u_i, v_i) \mathbf{x}_i^T \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) \end{aligned}$$

Iterasi berhenti jika $\|\boldsymbol{\beta}_{(m+1)}(u_i, v_i) - \boldsymbol{\beta}_{(m)}(u_i, v_i)\| \leq \varepsilon$, ε merupakan bilangan yang sangat kecil. Taksiran awal untuk parameter $\hat{\boldsymbol{\beta}}_0$ diperoleh dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square*.

2.4.2 Pengujian Parameter Model Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)

Pengujian parameter model GWPR terdiri dari tiga macam pengujian, yaitu.

1. Menguji kesamaan antara model GWPR dan model regresi Poisson dengan hipotesis berikut.

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j; \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 0, 1, 2, \dots, k$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq \beta_j$$

$$\text{Statistik uji : } F_{hit} = \frac{\text{Devians Model A} / \text{df}_A}{\text{Devians Model B} / \text{df}_B} \quad (2.20)$$

Dimisalkan model b adalah model GWPR dengan derajat bebas df_B dan model A dengan derajat bebas df_A adalah model regresi poisson. Untuk mendapatkan nilai devians dari model GWPR ($D(\hat{\beta})$) adalah sebagai berikut.

$$D(\hat{\beta}) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega})) \quad (2.21)$$

$L(\hat{\omega})$ = fungsi *likelihood* untuk kumpulan parameter di bawah H_0 dan $L(\hat{\Omega})$ = fungsi *likelihood* untuk kumpulan parameter kecuali parameter di bawah H_0 . Bentuk persamaan fungsi *likelihood* $L(\hat{\omega})$ dan $L(\hat{\Omega})$ sebagai berikut.

$$L(\hat{\omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\hat{\mu}_i) \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \quad \hat{\mu}_i = \exp(\hat{\beta}_0(u_i, v_i) x_{ij})$$

$$L(\hat{\Omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\hat{\mu}_i) \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \quad \hat{\mu}_i = \exp\left(\sum_{j=0}^k \hat{\beta}_j(u_i, v_i) x_{ij}\right)$$

Keputusan : Tolak H_0 jika nilai $F_{hit} > F_{(\alpha, df_A, df_B)}$, berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara model regresi Poisson dan model GWPR, sehingga dilakukan pengujian secara serentak parameter model GWPR.

2. Pengujian Secara Serentak model GWPR

Pengujian serentak dilakukan menggunakan MLRT dengan hipotesis berikut.

$$H_0 : \beta_1(u_1, v_1) = \beta_2(u_2, v_2) = \dots = \beta_k(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0; \quad j = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji yang digunakan,

$$D(\hat{\beta}) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega})) \quad (2.22)$$

$L(\hat{\omega})$ = fungsi likelihood untuk kumpulan parameter di bawah H_0
dan $L(\hat{\Omega})$ = fungsi likelihood untuk kumpulan parameter kecuali parameter di bawah H_0 . Bentuk persamaan fungsi likelihood $L(\hat{\omega})$ dan $L(\hat{\Omega})$ sebagai berikut.

$$L(\hat{\omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\hat{\mu}_i) \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \hat{\mu}_i = \exp\left(\hat{\beta}_0(u_i, v_i) x_{ij}\right)$$

$$L(\hat{\Omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\hat{\mu}_i) \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \hat{\mu}_i = \exp\left(\sum_{j=0}^k \hat{\beta}_j(u_i, v_i) x_{ij}\right)$$

Keputusan : Tolak H_0 jika nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2(\alpha, k)$, yang berarti minimal ada satu parameter model GWPR berpengaruh signifikan terhadap model.

3. Pengujian Parameter Secara Parsial

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

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

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

Statistik uji yang digunakan adalah statistik uji z , sebagai berikut .

$$z = \frac{\hat{\beta}_j(u_i, v_i)}{se(\hat{\beta}_j(u_i, v_i))} \quad (2.23)$$

$se(\hat{\beta}_j(u_i, v_i))$ adalah *standard error* yang diperoleh dari elemen diagonal ke- $(j+1)$ dari $\sqrt{\text{var}(\hat{\beta}(u_i, v_i))}$. Daerah penolakannya adalah H_0 akan ditolak jika nilai dari $|z_{hitung}|$ lebih besar dari $z_{\alpha/2}$, dimana α adalah tingkat signifikansi yang digunakan.

2.4.3 Penentuan *Bandwidth* dan *Pembobot Optimum*

Secara teoritis *bandwidth* merupakan lingkaran dengan radius b dari titik pusat lokasi yang digunakan sebagai dasar menentukan bobot setiap pengamatan terhadap model regresi pada lokasi tersebut. Pengamatan-pengamatan yang terletak di dalam radius b masih dianggap berpengaruh terhadap model pada lokasi tersebut sehingga akan diberi bobot tergantung pada fungsi yang digunakan. Selain itu, *bandwidth* menjadi pengontrol keseimbangan antara kesesuaian kurva terhadap data dan kemulusan data. Nilai *bandwidth* yang sangat kecil menyebabkan varians semakin besar. Hal ini dikarenakan jika nilai *bandwidth* sangat kecil maka akan semakin sedikit pengamatan yang berada dalam radius b , sehingga model yang diperoleh akan sangat kasar (*under smoothing*). Sebaliknya nilai *bandwidth* yang besar akan menimbulkan bias yang semakin besar karena semakin banyak pengamatan yang berada dalam radius b , sehingga model yang diperoleh akan terlampaui halus (*over smoothing*).

Pemilihan *bandwidth* optimum menjadi sangat penting karena akan mempengaruhi ketepatan model terhadap data, yaitu mengatur varians dan bias dari model. Penentuan metode optimum dilakukan menggunakan metode *Cross Validation* (CV) sebagai berikut.

$$CV(b) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(b))^2 \quad (2.24)$$

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

Dalam proses penaksiran parameter model GWPR di suatu titik (u_i, v_i) dibutuhkan adanya pembobot spasial dimana pembobot yang digunakan adalah fungsi kernel. Terdapat empat jenis fungsi kernel yaitu kernel *Gauss*, *Bisquare*, *Adaptive Gauss* dan fungsi kernel *Adaptive Bisquare* dengan rumus persamaan sebagai berikut (Nakaya, Fotheringham, Brudson, & Charlton, 2005).

a. Fungsi Kernel *Gauss*

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

b. Fungsi Kernel *Bisquare*

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

c. Fungsi Kernel *Adaptif Gauss*

$$w_{ij}(u_i, v_i) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{b_{i(p)}}\right)^2\right)$$

d. Fungsi Kernel *Adaptif Bisquare*

$$w_{ij}(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b_{i(p)}}\right)^2\right)^2 & , \text{ untuk } d_{ij} \leq b_{i(p)} \\ 0 & , \text{ untuk } d_{ij} > b_{i(p)} \end{cases}$$

dengan $d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$ adalah jarak *Euclidean* antara lokasi (u_i, v_i) dan lokasi (u_j, v_j) , dan b adalah nilai *bandwidth* optimum pada tiap lokasi.

2.5 Multikolinearitas

Salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam pembentukan model regresi dengan beberapa variabel prediktor adalah tidak ada kasus multikolinearitas 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 (Hocking, 1996). Jika nilai VIF (*Variance Inflation Factor*) lebih

besar dari 10 menunjukkan adanya multikolinieritas antar variabel prediktor. Nilai VIF dinyatakan sebagai berikut,

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (2.25)$$

dengan R_j^2 adalah koefisien determinasi antara X_j dengan variabel prediktor lainnya. Solusi untuk mengatasi adanya kasus multikolinieritas yaitu dengan mengeluarkan variabel prediktor satu per satu mulai dari yang memiliki nilai VIF paling besar.

2.6 Tuberkulosis (TB)

Tuberkulosis adalah penyakit saluran pernafasan bawah dan menular yang disebabkan oleh *Mycobacterium Tuberculosis* tipe *Humanus*. Kuman *Mycobacterium Tuberculosis* diperkenalkan pertama kali oleh Robert Koch di Berlin, Jerman pada 24 Maret 1882. Jenis kuman tersebut adalah *Mycobacterium Tuberculosis*, *Mycobacterium africanum*, dan *Mycobacterium bovis*. Basil Tuberkulosis termasuk dalam genus *Mycobacterium* yang menyebabkan sejumlah penyakit berat pada manusia dan juga penyebab terjadinya infeksi tersering (Samik,1994). *Mycobacterium Tuberculosis* merupakan jenis bakteri basil yang sering dijumpai dan sangat kuat sehingga memerlukan waktu lama untuk penyembuhannya.

Menurut Departemen Kesehatan RI (2009), tuberkulosis dibedakan menjadi dua klasifikasi, yaitu tuberkulosis paru dan tuberkulosis ekstra paru. Tuberkulosis paru adalah penyakit tuberkulosis yang menyerang jaringan paru, sedangkan tuberkulosis ekstra paru merupakan penyakit tuberkulosis yang menyerang organ tubuh lain selain paru, diantaranya organ selaput otak, selaput jantung (*pericardium*), kelenjar getah bening, tulang, limfa, persendian, kulit, usus, ginjal, saluran kencing, dan lain-lain. Tuberkulosis dapat menyerang siapa saja, terutama penduduk usia produktif/masih aktif bekerja usia 15-50 tahun. Tuberkulosis dapat menyebabkan kematian apabila tidak

segera diobati, dimana 50 persen dari pasien penderita tuberkulosis akan meninggal setelah 5 tahun.

2.7 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian TB

Menurut Entjang (2000), faktor yang mempengaruhi terjadinya penyakit tuberkulosis adalah kondisi sosial ekonomi masyarakat, yaitu status gizi dan sanitasi lingkungan. Semakin rendah status gizi dan sanitasi lingkungan menyebabkan rendahnya daya tahan tubuh sehingga mudah tertular tuberkulosis saat sakit. Teori John Gordon dalam Fatimah (2008), menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi penularan penyakit tuberkulosis adalah jenis kelamin, umur, kondisi sosial ekonomi, kekebalan, status gizi, dan penyakit infeksi HIV. HIV merupakan faktor risiko yang paling kuat bagi yang terinfeksi kuman TB menjadi sakit tuberkulosis. Bila jumlah orang terinfeksi HIV meningkat, maka jumlah penderita tuberkulosis akan meningkat pula (Departemen Kesehatan RI, 2009).

Faktor lingkungan memegang peranan penting dalam penularan penyakit, terutama lingkungan rumah yang tidak memenuhi syarat. Lingkungan rumah merupakan salah satu faktor yang memberikan pengaruh besar terhadap status kesehatan penghuninya (Notoatmodjo, 2003). Adapun syarat-syarat yang dipenuhi oleh rumah sehat secara fisiologis berpengaruh terhadap kejadian tuberkulosis adalah kepadatan penghuni rumah, kelembaban rumah, ventilasi, pencahayaan sinar matahari, lantai rumah dan dinding (Smith & Moss, 1994 dalam Fatimah, 2008). Selain itu, lingkungan tempat umum dan tempat pengelolaan makanan dan minuman juga berpengaruh terhadap penyakit tuberkulosis (Hiswani, 2009 dalam Manalu, 2010).

2.8 Definisi Variabel Penelitian

Tuberkulosis merupakan salah satu penyakit yang membutuhkan waktu lama dalam proses penyembuhan. Menurut WHO (2010) dalam Kementerian Kesehatan RI (2011) menyatakan bahwa estimasi prevalensi TB semua kasus adalah sebesar 660.000 dan estimasi insiden berjumlah 430.000 kasus baru per

tahun. Jumlah kematian akibat TB diperkirakan 61.000 kematian pertahunnya. Tingginya angka kematian penderita TB dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu.

a. Keluarga dengan Kepemilikan Sanitasi Dasar Sehat

Menurut Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur (2013), keluarga dengan kepemilikan sarana sanitasi dasar meliputi kepemilikan jamban sehat, tempat sampah dan pengelolaan air limbah keluarga. Pengelolaan air limbah merupakan salah satu komponen utama bagi kesehatan lingkungan. Kurangnya kesadaran masyarakat terkait kesehatan lingkungan dan sanitasi dasar menyebabkan tingginya jumlah penyakit di masyarakat khususnya penyakit TB yang terus mengalami peningkatan setiap tahun.

b. Penderita HIV

Jumlah penderita HIV berbanding lurus dengan jumlah penderita tuberkulosis, dimana semakin besar jumlah penderita HIV maka semakin besar pula jumlah penderita tuberkulosis. Hal ini terjadi karena infeksi HIV menyebabkan kerusakan luas sistem daya tahan tubuh, sehingga jika terjadi infeksi kuman TB penderita HIV akan menjadi sakit tuberkulosis. Apabila jumlah orang terinfeksi HIV meningkat, maka jumlah penderita TB akan meningkat pula (Departemen Kesehatan RI, 2009).

c. Status Gizi Buruk Masyarakat

Status gizi balita digunakan untuk merepresentasikan status gizi masyarakat karena kelompok balita merupakan kelompok yang mudah mengalami perubahan status gizi dibandingkan kelompok umur lain. Status gizi balita diukur menggunakan indikator berat badan menurut tinggi badan dengan *standard* yang telah ditentukan. Status gizi buruk terjadi apabila berat badan berdasarkan tinggi badan jauh di bawah standard yang telah ditentukan (Direktorat Bina Gizi, 2013). Semakin buruk status gizi seseorang, maka akan semakin mudah orang tersebut terserang penyakit, terutama penyakit HIV dan tuberkulosis.

d. Penduduk Usia Produktif

Tuberkulosis dapat menyerang siapa saja, terutama penduduk usia produktif. Penduduk usia produktif adalah semua

penduduk yang berusia 15-50 tahun baik perempuan maupun laki-laki yang tinggal di suatu wilayah tertentu. Persentase penduduk usia produktif suatu wilayah diperoleh dari perbandingan jumlah penduduk usia 15-50 tahun dengan total penduduk di wilayah tersebut (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2013).

e. Tenaga Kesehatan Terdidik Tuberkulosis

Tenaga kesehatan merupakan faktor penggerak utama dalam pencapaian tujuan dan keberhasilan program pembangunan kesehatan (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2013). Pelaksanaan pelatihan *International Standards for Tuberculosis Care* (CARE) terhadap tenaga kesehatan bertujuan agar tenaga kesehatan memiliki kompetensi dan paham tentang penyakit TB. Sehingga strategi pengendalian tuberkulosis dapat tercapai (Direktorat Jendral Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, 2011).

f. Penduduk Miskin

Penduduk miskin adalah penduduk yang berada di bawah garis kemiskinan yaitu penduduk yang tidak mempunyai kemampuan dalam memenuhi kebutuhan dasar untuk kehidupan yang layak, baik kebutuhan dasar makanan maupun kebutuhan dasar bukan makanan. Badan Pusat Statistika (BPS) menetapkan kemiskinan di Indonesia terdiri dari 14 indikator, yaitu luas lantai rumah, jenis lantai rumah, jenis dinding rumah, fasilitas buang air besar, sumber air minum, penerangan yang digunakan, bahan bakar yang digunakan, frekuensi makan dalam sehari, kebiasaan membeli daging/ayam/susu, kemampuan membeli pakaian, kemampuan berobat ke puskesmas, lapangan pekerjaan kepala rumah tangga, dan pendidikan kepala rumah tangga, serta kepemilikan aset.

g. Rumah Tangga Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat

Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) adalah semua perilaku kesehatan yang dilakukan atas kesadaran semua anggota keluarga dan masyarakat. PHBS sangat diperlukan karena dapat mencegah dan menanggulangi penyakit dan masalah kesehatan lainnya. Persentase rumah tangga yang ber-PHBS diperoleh dari

perbandingan antara jumlah rumah tangga yang melaksanakan 10 indikator PHBS dibagi dengan jumlah rumah tangga yang diperiksa (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2013).

h. Tempat Umum dan Pengelolaan Makanan (TUPM) Sehat

TUPM sehat merupakan suatu sarana yang dikunjungi banyak orang yang memenuhi syarat kesehatan, yaitu memiliki sarana air bersih, tempat pembuangan sampah, sarana pembuangan air limbah, ventilasi yang baik, luas lantai (luas ruangan) yang sesuai dengan banyaknya pengunjung dan memiliki pencahayaan ruang yang memadai. Kurangnya pemahaman tentang TUPM sehat menyebabkan gangguan kesehatan sebagai akibat lingkungan yang kurang sehat. Persentase TUPM sehat diperoleh dari perbandingan jumlah TUPM (hotel, restoran/rumah makan, pasar dan TUPM lainnya) yang sehat dengan jumlah TUPM yang diperiksa (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2013).

i. Rumah Sehat

Rumah sehat adalah bangunan rumah tinggal yang memenuhi syarat kesehatan, yaitu rumah yang memiliki jamban yang sehat, sarana air bersih, tempat pembuangan sampah, sarana pembuangan air limbah, ventilasi rumah yang baik, kepadatan hunian rumah yang sesuai dan lantai rumah yang tidak terbuat dari tanah. Rumah yang tidak memenuhi syarat kesehatan merupakan faktor risiko sumber penularan berbagai jenis penyakit diantaranya yaitu tuberkulosis yang menular melalui percikan dahak ketika penderita TB batuk/bersin. Umumnya, penularan TB terjadi dalam ruangan dimana percikan dahak berada dalam waktu yang lama di suatu ruangan. Ventilasi dapat mengurangi jumlah percikan karena adanya sinar matahari langsung yang dapat membunuh kuman *Mycobacterium Tuberculosis*. Penilaian rumah ditentukan menggunakan nilai minimum yang memenuhi kriteria sehat dan bobot pada komponen-komponen rumah. Rumah dikatakan sehat jika memiliki nilai lebih besar dari 1.068. Persentase rumah sehat adalah perbandingan antara rumah kategori sehat dengan jumlah rumah yang diperiksa (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2012).

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2012 dan Badan Pusat Statistika Provinsi Jawa Timur tahun 2012. Data diambil pada 38 kabupaten/kota yang ada di Provinsi Jawa Timur. Data yang digunakan mencakup data mengenai jumlah kasus penderita tuberkulosis dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi tingginya jumlah kasus penderita tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur. Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur, variabel persentase kegiatan sarana sanitasi dasar keluarga, persentase penderita HIV, persentase gizi buruk masyarakat, persentase penduduk usia produktif, persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis, persentase rumah tangga ber-PHBS, persentase TUPM sehat, dan persentase rumah sehat yang bersumber dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2012. Sementara untuk variabel persentase penduduk miskin di setiap kabupaten/kota di Jawa Timur berasal dari Badan Pusat Statistika Provinsi Jawa Timur tahun 2012.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ada 2, yaitu variabel respon dan variabel prediktor. Variabel respon yang digunakan adalah jumlah kasus penyakit tuberkulosis (Y) di Provinsi Jawa Timur dengan 9 variabel prediktor yang mempengaruhi jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur. Variabel prediktor yang digunakan menggunakan satuan persen, sedangkan untuk variabel respon jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur menggunakan satuan jumlah atau kasus. Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini tercantum pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

No.	Variabel	Keterangan
1	Y	Jumlah kasus baru penyakit tuberkulosis tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur
2	X_1	Persentase keluarga dengan kepemilikan sarana sanitasi dasar sehat tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur
3	X_2	Persentase penderita HIV tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur
4	X_3	Persentase gizi buruk masyarakat tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur
5	X_4	Persentase penduduk usia produktif tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur
6	X_5	Persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur.
7	X_6	Persentase penduduk miskin tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur
8	X_7	Persentase Rumah Tangga Ber-PHBS di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur
9	X_8	Persentase TUPM Sehat tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur
10	X_9	Persentase rumah sehat tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur

3.3 Metode Analisis

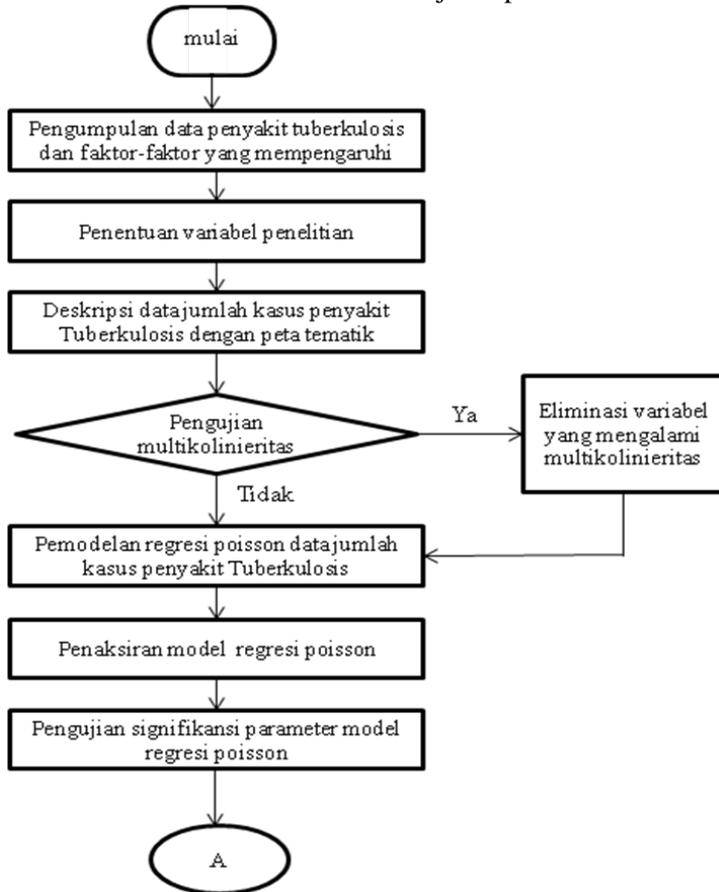
Metode analisis yang digunakan dalam penelitian adalah metode GPR dan GWPR dengan langkah-langkah analisis sebagai berikut.

1. Mengambil data terkait penyakit tuberkulosis dan faktor-faktor yang mempengaruhinya dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur dan Badan Pusat Statistika Provinsi Jawa Timur Tahun 2012.
2. Menentukan variabel penelitian yang digunakan dalam analisis.
3. Mendeskripsikan penyakit tuberkulosis beserta faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit tuberkulosis pada kabupaten dan kota di wilayah Jawa Timur.

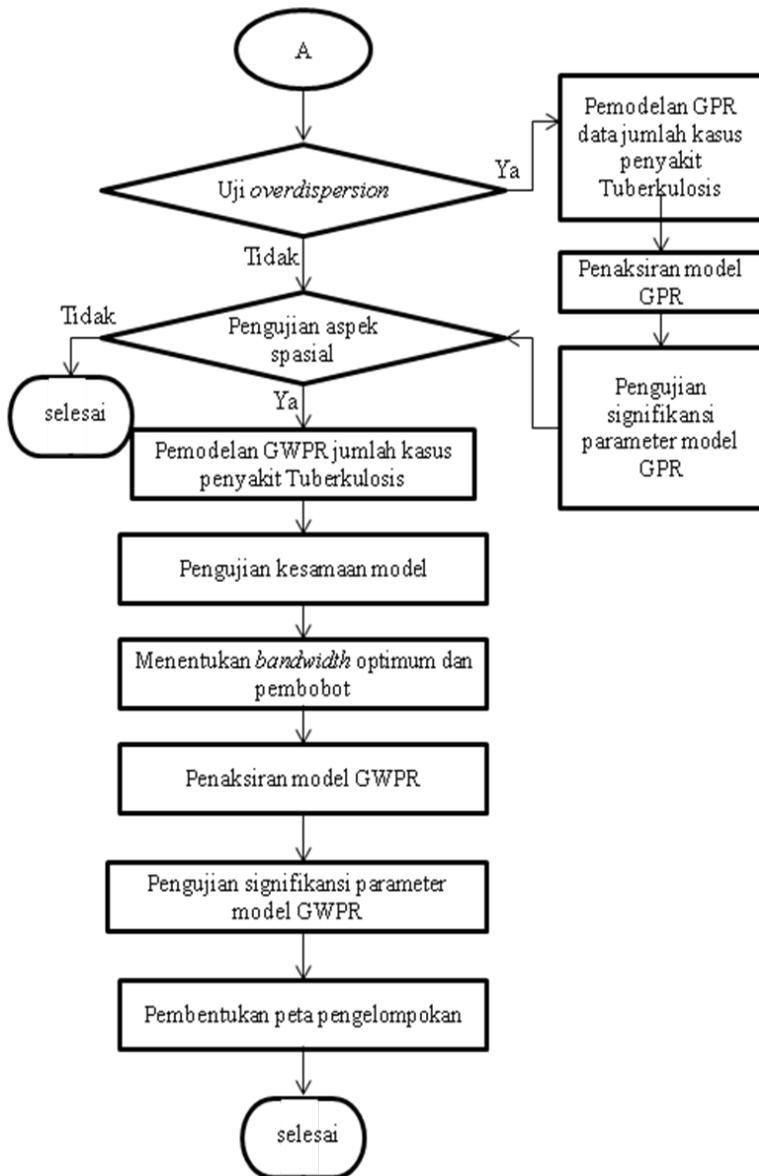
4. Mengidentifikasi pola hubungan antara variabel respon (Y) dengan variabel/faktor yang mempengaruhi (prediktor) menggunakan *scatterplot*.
5. Menguji multikolinieritas antar variabel prediktor.
6. Menganalisis model regresi poisson dengan langkah- langkah berikut.
 - a. Melakukan penaksiran parameter model regresi poisson menggunakan metode MLE dan *Newton-Raphson*
 - b. Melakukan pengujian signifikansi parameter model regresi poisson secara serentak dan parsial
 - c. Menginterpretasikan hasil model regresi poisson
 - d. Melakukan uji dispersi model regresi poisson
7. Menganalisis model GPR dengan langkah sebagai berikut.
 - a. Penaksiran parameter model GPR dengan metode MLE dan *Newton-Raphson*
 - b. Menguji signifikansi parameter model GPR secara serentak dan parsial
 - c. Mengintepretasikan hasil model GPR
8. Menguji aspek data spasial.
9. Menganalisis model GWPR dengan langkah berikut.
 - a. Menghitung jarak *euclidean* antar lokasi pengamatan berdasarkan posisi geografis. Jarak *euclidean* antara lokasi i yang terletak pada koordinat (u_i, v_i) terhadap lokasi j yang terletak pada koordinat (u_j, v_j)
 - b. Menentukan *bandwidth* optimum dengan menggunakan *Cross Validation* (CV)
 - c. Menghitung matriks pembobot dengan menggunakan fungsi pembobot kernel
 - d. Menaksir parameter model GWPR menggunakan metode MLE dan *Newton-Raphson*
 - e. Menguji kesamaan model poisson dengan model GWPR, melakukan uji signifikansi parameter model GWPR secara serentak dan parsial pada wilayah yang telah diestimasi parameter modelnya

- f. Menginterpretasikan hasil model GWPR
- g. Melakukan pembentukan peta pengelompokan

Gambaran dari metode analisis disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Flowchart Metode Analisis



Gambar 3.1 Flowchart Metode Analisis (Lanjutan)

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi dan Peta Persebaran Variabel Penelitian

4.1.1 Deskripsi Jumlah Kasus Tuberkulosis dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi di Jawa Timur

Jawa Timur merupakan salah satu provinsi di Indonesia. Jawa Timur dengan ibukota provinsi Surabaya, terletak di bagian timur Pulau Jawa dengan luas wilayah daratan sebesar 47.959 km². Jawa Timur berada pada posisi 111.0⁰-114.4⁰ Bujur Timur (BT) dan 7.12⁰-8.48⁰ Lintang Selatan (LS) dengan batas wilayah sebelah utara adalah Laut Jawa, batas selatan adalah Samudera Hindia, dan batas sebelah barat adalah Selat Bali/Provinsi Bali, serta batas sebelah timur berbatasan dengan Provinsi Jawa Tengah. Provinsi Jawa Timur terbagi menjadi 38 kabupaten/kota yang terdiri dari 29 kabupaten dan 9 kota. Provinsi Jawa Timur memiliki wilayah terluas diantara 6 provinsi di Pulau Jawa dengan jumlah penduduk tahun 2012 sebanyak 38.052.950 jiwa, 18.740.054 jiwa penduduk laki-laki dan 19.312.896 penduduk perempuan. Jawa Timur merupakan salah satu penyumbang jumlah penderita tuberkulosis terbanyak kedua setelah Provinsi Jawa Barat. Jumlah penderita tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur tahun 2012 sebesar 41.472 kasus dengan kasus BTA positif baru sebanyak 25.618 kasus dan 1.233 penderita tuberkulosis meninggal.

Sebagai gambaran awal mengenai kasus tuberkulosis di Jawa Timur, berikut disajikan tabel statistika deskriptif dari variabel respon jumlah kasus penyakit tuberkulosis pada setiap kabupaten/kota di Jawa Timur dan 9 variabel prediktor yang diduga berpengaruh terhadap jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur. Variabel respon yaitu jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur menggunakan satuan jumlah/kasus, sementara untuk 9 variabel prediktor digunakan satuan persen.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Mean	Varians	Minimum	Maksimum
Y	1.091	632.953	193	4.212
X1	60,57	584,69	2,19	100
X2	0,0441	0,0035	0,0018	0,2372
X3	1,199	0,550	0,210	3,700
X4	53,884	7,332	48,407	59,833
X5	7,411	13,544	0,391	16,344
X6	13,041	30,761	4,415	28,065
X7	43,72	218,69	8,50	65,74
X8	52,75	429,57	12,90	100
X9	67,82	169,07	38,29	87,17

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah kasus tuberkulosis di kabupaten/kota di Jawa Timur tahun 2012 adalah 1.091 kasus dengan varians sebesar 632.953. Besarnya nilai varians menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat besar di wilayah kabupaten/kota di Jawa Timur tentang kasus tuberkulosis. Jumlah kasus tuberkulosis terbanyak di Jawa timur adalah 4.212 kasus yang terjadi di Kota Surabaya dan jumlah paling sedikit di Kota Mojokerto sebesar 193 kasus. Selain di Kota Surabaya, wilayah yang memiliki kasus tuberkulosis tinggi adalah Kabupaten Jember sebesar 3.225 kasus dengan jumlah kematian tertinggi di Jawa Timur yaitu 114 penderita tuberkulosis meninggal.

Beberapa variabel prediktor yang dianggap berpengaruh terhadap jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur yang memiliki varians cukup besar, diantaranya yaitu variabel X_1 (persentase keluarga dengan kepemilikan sarana sanitasi dasar sehat), X_7 (persentase rumah tangga ber-PHBS), X_8 (persentase TUPM Sehat), dan X_9 (persentase rumah sehat). Varians terbesar terjadi pada variabel persentase keluarga dengan kepemilikan sarana sanitasi dasar sebesar 584,69. Sanitasi dasar, utamanya proses pengelolaan air limbah sehat sangat berpengaruh terhadap kesehatan lingkungan yang berpengaruh pada jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur. Rata-rata sanitasi dasar yang memenuhi kriteria sehat di kabupaten/kota di Jawa Timur

sebesar 60,57 persen dengan jumlah 15 kabupaten/kota yang memiliki nilai sanitasi dasar sehat di bawah rata-rata. Hal ini menunjukkan bahwa sekitar 40 persen kabupaten/kota belum memiliki pengetahuan maksimal terkait sanitasi dasar khususnya dalam proses pengelolaan air limbah. Sanitasi dasar terendah terjadi di Kabupaten Blitar sebesar 2,19 persen dan Kabupaten Kediri sebesar 4,15 persen.

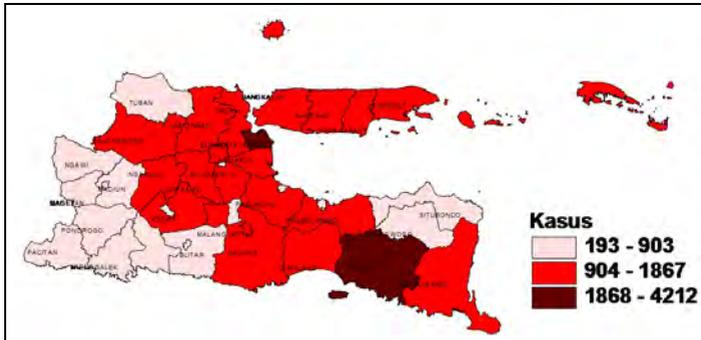
Rumah sehat yang merupakan salah satu variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus penyakit tuberkulosis memiliki nilai rata-rata 67,82 persen di tiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Artinya lebih dari 50 persen rumah tangga di tiap kabupaten/kota di Jawa Timur memiliki rumah sehat dan layak huni bagi penghuninya.

4.1.2 Peta Persebaran Jumlah Kasus Tuberkulosis dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi di Kabupaten/Kota di Jawa Timur Tahun 2012

Peta persebaran jumlah kasus tuberkulosis dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di kabupaten/kota di Jawa Timur tahun 2012 ditampilkan dengan peta tematik menggunakan *software ArcView Gis 3.3*. Kriteria dari masing-masing variabel dibedakan menjadi tiga kategori yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Berikut adalah hasil pemetaan dari masing-masing variabel yang digunakan dalam penelitian.

a. Jumlah Kasus Tuberkulosis di Jawa Timur Tahun 2012 (Variabel Respon)

Jawa Timur sebagai salah satu provinsi di Indonesia, menduduki peringkat terbanyak kedua jumlah kasus tuberkulosis di Indonesia di bawah Provinsi Jawa Barat. Jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur tahun 2012 sebanyak 41.472 kasus dengan jumlah penderita tuberkulosis meninggal sebesar 1.233 kasus. Rata-rata jumlah kasus tuberkulosis di kabupaten/kota di Jawa Timur adalah 1.091 kasus, dengan jumlah kasus terbanyak di Kota Surabaya yaitu 4.212 kasus dan jumlah paling sedikit di Kota Mojokerto sebanyak 193 kasus. Persebaran kasus TB di Jawa Timur tahun 2012 ditampilkan pada Gambar 4.1.



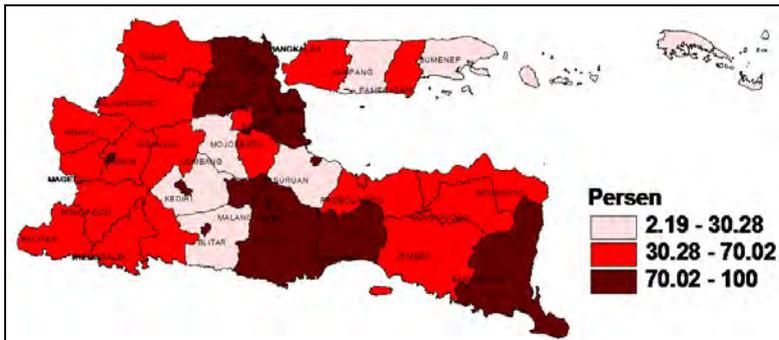
Gambar 4.1 Persebaran Jumlah Kasus Tuberkulosis di Jawa Timur

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah kasus tuberkulosis kabupaten/kota di Jawa Timur termasuk dalam kategori rendah (193-903 kasus) hingga sedang (904-1.867 kasus). Kabupaten/kota yang berada dalam kategori rendah sebanyak 19 kabupaten/kota dan 17 kabupaten/kota dalam kategori sedang. Semua kota di Jawa Timur berada dalam kategori rendah jumlah kasus tuberkulosis, kecuali Kota Surabaya yang tergolong dalam kategori tinggi (1.868-4212 kasus). Selain Kota Surabaya, kabupaten/kota di Jawa Timur tahun 2012 yang termasuk dalam kategori tinggi adalah Kabupaten Jember. Tingginya jumlah kasus tuberkulosis di Kota Surabaya diduga karena tingginya jumlah penderita HIV, dan rendahnya persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis serta rendahnya persentase TUPM sehat.

b. Persentase Keluarga dengan Kepemilikan Sarana Sanitasi Dasar Sehat (X_1)

Keluarga dengan kepemilikan sarana sanitasi dasar meliputi kepemilikan jamban sehat, tempat sampah dan pengelolaan air limbah keluarga. Kabupaten/kota di Jawa Timur memiliki nilai rata-rata persentase keluarga dengan kepemilikan sarana sanitasi sehat sebesar 60,57 persen dengan variansnya adalah 584,69. Persentase keluarga dengan kepemilikan sarana sanitasi sehat terendah terjadi di Kabupaten Blitar sebesar 2,19 persen dan tertinggi di Kabupaten Sidoarjo mencapai 100 persen. Persebaran

persentase keluarga dengan kepemilikan sarana sanitasi dasar sehat di Jawa Timur tahun 2012 disajikan dalam Gambar 4.2.



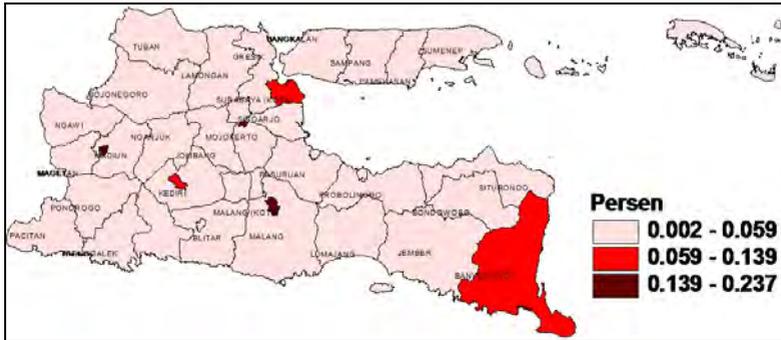
Gambar 4.2 Persebaran Persentase Keluarga dengan Kepemilikan Sarana Sanitasi Dasar Sehat

Berdasarkan Gambar 4.2 terlihat bahwa persebaran persentase keluarga dengan kepemilikan sarana sanitasi dasar sehat dibedakan menjadi tiga kategori yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Kabupaten Blitar, Kediri, Pasuruan, Sumenep, Sampang, dan Jombang merupakan wilayah yang termasuk dalam kategori rendah (2,19-30,28 persen) dan sebanyak 18 kabupaten di Jawa Timur berada dalam kategori sedang (30,28-70,02 persen). Kategori tinggi (70,02-100 persen) terdiri dari 14 kabupaten/kota dengan keseluruhan kota berada dalam kategori tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kepemilikan sarana sanitasi dasar sehat di wilayah kota lebih baik daripada di wilayah kabupaten di Jawa Timur pada tahun 2012 di wilayah tersebut.

c. **Persentase Penderita HIV (X_2)**

Human Immunodeficiency Virus (HIV) merupakan faktor risiko paling kuat bagi yang terinfeksi kuman TB menjadi sakit tuberkulosis. Hal ini terjadi karena infeksi HIV mengakibatkan kerusakan luas sistem daya tahan tubuh seluler, sehingga jika terjadi infeksi penyerta seperti tuberkulosis maka yang bersangkutan akan menjadi sakit parah bahkan bisa mengakibatkan kematian. Rata-rata persentase kasus HIV di kabupaten/kota di Jawa Timur adalah 0,0441 persen dengan nilai

tertinggi sebesar 0,237 persen dan terendah 0,0018 persen. Persebaran persentase penderita HIV di Jawa Timur tahun 2012 disajikan dalam Gambar 4.3.



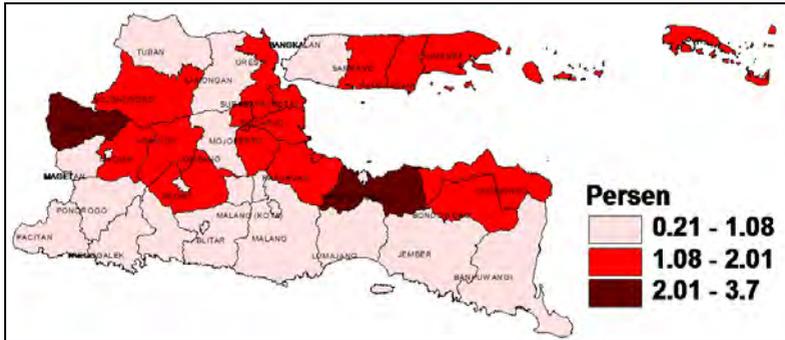
Gambar 4.3 Persebaran Persentase Penderita HIV

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah di Jawa Timur berada dalam kategori rendah (0,002-0,059 persen) persentase penderita HIV. Kota Malang, Kota Mojokerto, dan Kota Madiun merupakan kota dengan kategori tinggi (0,139-0,237 persen) persentase penderita HIV dan untuk kategori sedang yang disajikan dengan warna merah (Gambar 4.3) terdiri dari tiga wilayah yaitu Kabupaten Banyuwangi, Kota Kediri dan Kota Surabaya. Sejak tahun 1989 sampai tahun 2012, Kota Surabaya, Kota Malang, dan Kabupaten Banyuwangi memiliki kasus HIV tertinggi di Jawa Timur, sehingga mengakibatkan tingginya jumlah kasus tuberkulosis di wilayah tersebut.

d. Persentase Status Gizi Buruk Masyarakat (X_3)

Status gizi masyarakat direpresentasikan oleh status gizi balita yang diukur menggunakan indikator berat badan menurut tinggi badan dengan standar yang telah ditentukan oleh WHO tahun 2005. Status gizi buruk terjadi apabila berat badan berdasarkan tinggi badan jauh dibawah standar yang telah ditentukan. Rata-rata persentase status gizi buruk masyarakat di Jawa Timur adalah 1,199 persen dengan persentase tertinggi status gizi buruk terjadi di Kabupaten Ngawi yaitu 3,7 persen.

Persebaran persentase status gizi buruk masyarakat ditampilkan pada Gambar 4.4.

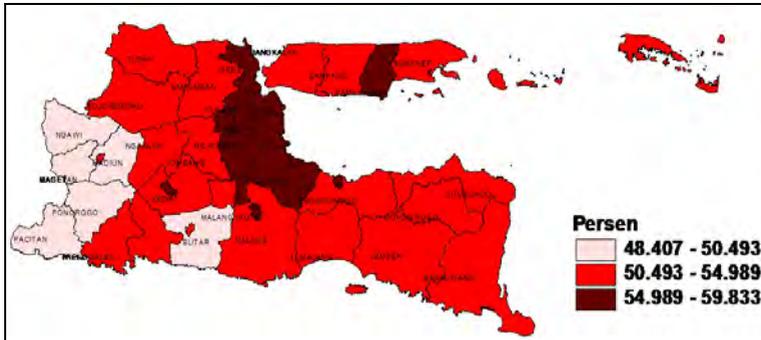


Gambar 4.4 Persebaran Persentase Status Gizi Buruk Masyarakat

Gambar 4.4 menunjukkan persebaran persentase status gizi buruk masyarakat di Jawa Timur yang terbagi menjadi tiga kriteria, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Kabupatèn Ngawi dan Kabupatèn Probolinggo merupakan wilayah dengan persentase status gizi buruk masyarakat tinggi (2,01-3,7 persen). Status gizi balita merupakan representasi status gizi masyarakat, yang berarti bahwa tingkat status gizi masyarakat di Kabupatèn Ngawi dan Kabupatèn Probolinggo masih tergolong rendah. Wilayah di Jawa Timur yang tergolong status gizi buruk rendah sebanyak 20 kabupatèn/kota, dengan persentase terendah sebesar 0,210 persen adalah Kabupatèn Jember. Sedangkan 16 wilayah lain di kabupatèn/kota Jawa Timur tergolong dalam kategori sedang (1,08-2,01 persen).

e. **Persentase Penduduk Usia Produktif (X_4)**

Penduduk usia produktif adalah semua penduduk baik perempuan maupun laki-laki yang berusia 15-50 tahun. Persentase penduduk usia produktif tertinggi di Jawa timur tahun 2012 adalah 59,833 persen di Kota Surabaya dan persentase terendah di Kabupatèn Magetan sebesar 48,407 persen. Rata-rata persentase penduduk usia produktif di Jawa Timur adalah 53,884 persen dengan persebarannya ditampilkan pada Gambar 4.5.

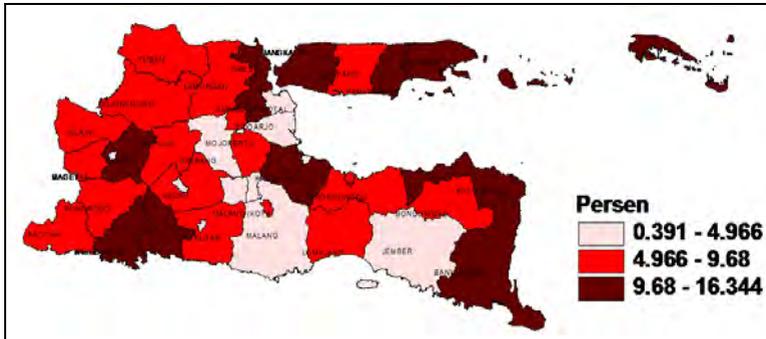


Gambar 4.5 Persebaran Persentase Penduduk Usia Produktif

Gambar 4.5 terlihat bahwa 6 kabupaten yaitu Kabupaten Magetan, Pacitan, Madiun, Ponorogo, Ngawi dan Blitar merupakan kabupaten/kota yang memiliki persentase penduduk usia produktif rendah (48,407-50,493 persen) di Jawa Timur. Persentase penduduk usia produktif kabupaten/kota di Jawa Timur sebagian besar berada pada kategori sedang (50,493-54,989 persen) dan 12 kabupaten/kota ada pada kelompok tinggi (54,989-59,833 persen) persentase penduduk usia produktif.

f. Persentase Tenaga Kesehatan Terdidik TB (X_5)

Tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis adalah tenaga kesehatan (dokter, bidan, perawat) yang paham terkait penyakit tuberkulosis (persebaran, penularan, gejala, pencegahan dan penyembuhan). Rendahnya pengetahuan tenaga medis terkait tuberkulosis menyebabkan tingginya jumlah kasus tuberkulosis di Indonesia. Salah satu program yang dilakukan pemerintah untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman tentang tuberkulosis pada tenaga kesehatan adalah program *International Standards for Tuberculosis Care*. Persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis tertinggi di Jawa Timur tahun 2012 adalah 16,344 persen yaitu di Kabupaten Tulungagung dan persentase terendah di Kota Batu sebesar 0,391 persen.



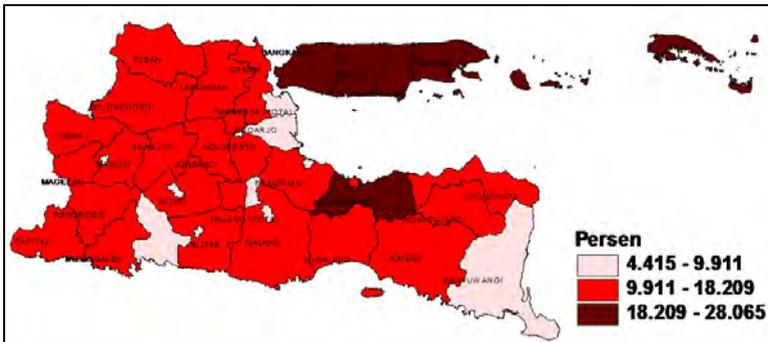
Gambar 4.6 Persebaran Persentase Tenaga Kesehatan Terdidik Tuberkulosis di Jawa Timur Tahun 2012

Gambar 4.6 merupakan persebaran persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis yang diterbagi dalam tiga kategori, yaitu rendah (0,391-4,966 persen), sedang (4,966-9,68 persen) dan tinggi (9,68-16,344 persen). Kabupaten Madiun, Bangkalan, Situbondo, Gresik, Banyuwangi, Pamekasan, Pasuruan, Sumenep, Trenggalek dan Tulungagung adalah kabupaten/kota di Jawa Timur yang termasuk dalam kategori persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis tinggi. Sementara 11 kabupaten/kota di Jawa Timur tergolong dalam kategori rendah, tujuh diantaranya merupakan wilayah kota di Jawa Timur. Hal ini menunjukkan bahwa semua kota di Jawa Timur kecuali Kota Probolinggo memiliki tenaga kesehatan yang paham terkait tuberkulosis lebih rendah dibandingkan dengan wilayah kabupaten. Kondisi ini menunjukkan bahwa perlunya pelatihan tuberkulosis terhadap tenaga kesehatan, terutama di wilayah kota di Jawa Timur. Melihat tingginya jumlah tenaga kesehatan di wilayah kota di Jawa Timur, tetapi masih minimnya pengetahuan dan pemahaman tenaga kesehatan terkait tuberkulosis, sehingga jumlah kasus tuberkulosis di kota masih tergolong tinggi.

g. Persentase Penduduk Miskin (X_6)

Penduduk miskin adalah penduduk yang berada di bawah garis kemiskinan yang tidak mempunyai kemampuan dalam

memenuhi kebutuhan dasar (makanan dan non makanan) untuk kehidupan yang layak. Rata-rata persentase penduduk miskin di kabupaten/kota di Jawa Timur adalah 13,041 persen dengan persentase kemiskinan tertinggi terjadi di Kabupaten Sampang sebesar 28,065 persen dan terendah di Kota Batu sebesar 4,415 persen. Persebaran persentase penduduk miskin di Jawa timur ditampilkan pada Gambar 4.7.



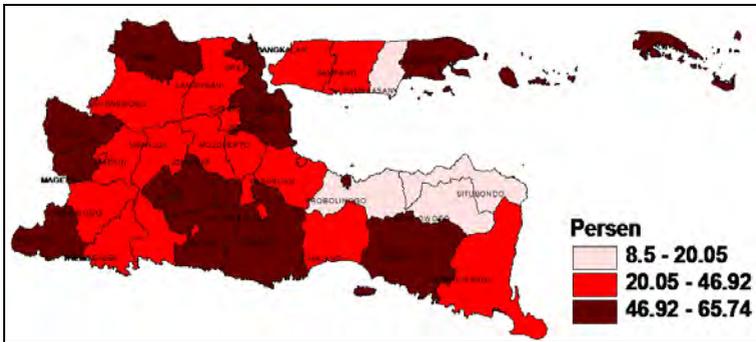
Gambar 4.7 Persebaran Persentase Penduduk Miskin

Berdasarkan Gambar 4.7 terlihat bahwa persentase penduduk miskin di kabupaten/kota di Jawa Timur sebagian besar berada dalam kategori sedang (9,911-18,209 persen). Kabupaten Pamekasan, Sumenep, Bangkalan, Sampang, dan Kabupaten Probolinggo merupakan kabupaten yang berada dalam kategori tinggi (18,209-28,065 persen) persentase penduduk miskin. Kondisi ini diduga karena sebagian besar penduduk di wilayah tersebut memiliki tingkat pendidikan yang rendah, sehingga sebagian besar penduduk bekerja sebagai petani. Sementara untuk kabupaten/kota yang berkategori rendah terdiri dari Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Tulungagung dan Kabupaten Banyuwangi serta semua kota di Jawa Timur kecuali Kota Probolinggo yang berkategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum, kesejahteraan penduduk di kota lebih baik daripada di wilayah kabupaten di Jawa Timur terutamanya di wilayah Madura yang memiliki tingkat kemiskinan paling tinggi. Kondisi ini juga diduga karena di wilayah kota sarana prasana telah memadai

mulai dari pendidikan, kesehatan hingga perindustrian dan perdagangan.

h. Persentase Rumah Tangga Ber-PHBS (X_7)

Rata-rata persentase rumah tangga ber-PHBS di kabupaten/kota di Jawa Timur tahun 2012 adalah 43,72 persen dengan persentase rumah tangga ber-PHBS tertinggi sebesar 65,74 persen di Kota Kediri. Persentase terendah rumah tangga ber-PHBS adalah Kabupaten Pamekasan sebesar 8,5 persen dan Kabupaten Bondowoso sebesar 14,55 persen. Persebaran persentase rumah tangga berperilaku sehat (PBHS) di kabupaten/kota di Jawa Timur ditampilkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Persebaran Persentase Rumah Tangga Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat

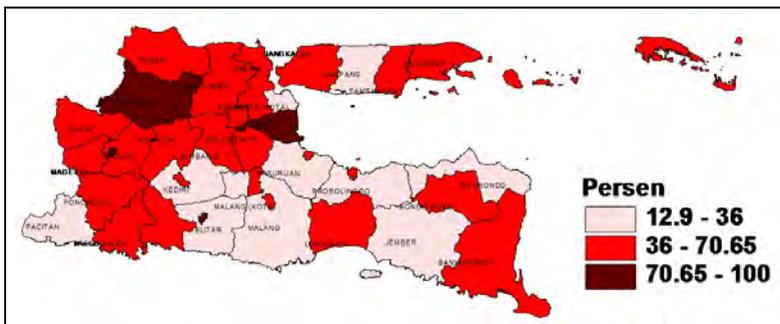
PHBS adalah semua perilaku kesehatan yang dilakukan atas kesadaran semua anggota keluarga dan masyarakat. Rumah tangga ber-PHBS adalah rumah tangga yang menerapkan 10 indikator PHBS yaitu pertolongan persalinan oleh tenaga kesehatan, bayi diberi ASI eksklusif, balita ditimbang setiap bulan, menggunakan air bersih, mencuci tangan dengan air bersih dan sabun, menggunakan jamban sehat, memberantas jentik di rumah sekali seminggu, makan sayur dan buah setiap hari, melakukan aktifitas fisik setiap hari, dan tidak merokok di dalam rumah.

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa 19 dari 38 kabupaten/kota di Jawa Timur berada dalam kategori sedang (20,05-46,92 persen) rumah tangga ber-PHBS dan 15 kabupaten/kota berada

dalam kategori tinggi (46,92-65,74 persen). Sementara untuk empat kabupaten yaitu Kabupaten Pamekasan, Bondowoso, Situbondo dan Probolinggo memiliki persentase rumah tangga ber-PHBS rendah. Hal ini menunjukkan bahwa kabupaten/kota di Jawa timur belum ada yang berhasil menerapkan program rumah tangga ber-PHBS secara keseluruhan (100%), hanya 14 kabupaten/kota yang memiliki persentase rumah tangga ber-PHBS lebih dari 50 persen. Dari hasil survei PHBS yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2012, permasalahan utama tidak tercapainya kriteria rumah tangga ber-PHBS adalah sedikitnya bayi yang diberi ASI eksklusif dan masih banyak keluarga yang merokok di dalam rumah.

i. Persentase TUPM Sehat (X_8)

TUPM sehat merupakan suatu sarana yang dikunjungi banyak orang (hotel, restoran/rumah makan dan pasar) yang memenuhi syarat kesehatan, salah satunya yaitu memiliki sarana air bersih. Rata-rata persentase TUPM sehat di kabupaten/kota di Jawa Timur tahun 2012 adalah 52,75 persen dengan persentase tertinggi mencapai angka 100 persen pada Kabupaten Sidoarjo. Persebaran persentase TUPM sehat di kabupaten/kota di Jawa Timur disajikan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Persebaran Tempat Umum dan Pengelolaan Makanan (TUPM) Sehat

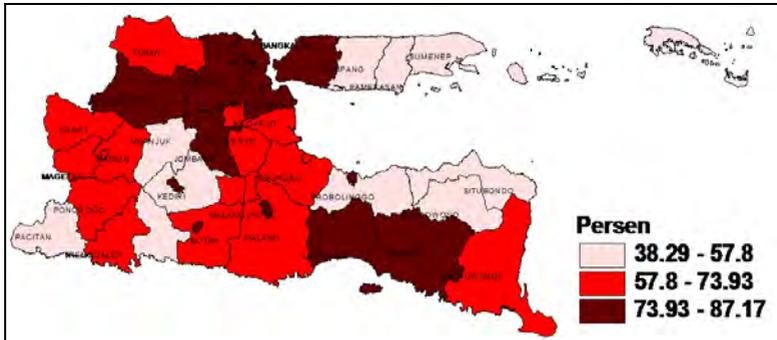
TUPM merupakan sarana yang banyak dikunjungi dan berkumpulnya masyarakat, sehingga TUPM merupakan salah satu

tempat yang dapat mempercepat penularan penyakit tuberkulosis yang menular melalui percikan dahak ketika penderita TB batuk atau bersin. Oleh sebab itu, TUPM sehat sangat dibutuhkan untuk mengurangi resiko penularan penyakit TB, sehingga dapat menekan jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur. Pada Gambar 4.9 terlihat bahwa sebagian besar TUPM sehat di kabupaten/kota di Jawa Timur berada dalam kategori sedang (36,00-70,65 persen). Kabupaten Sidoarjo merupakan kabupaten yang mencapai angka 100 persen TUPM sehat. Hal ini menandakan bahwa semua TUPM di Kabupaten Sidoarjo telah memenuhi kriteria TUPM sehat yaitu memiliki sarana air bersih, tempat pembuangan sampah, sarana pembuangan air limbah, ventilasi yang baik, luas lantai (luas ruangan) yang sesuai dengan banyaknya pengunjung dan memiliki pencahayaan ruang yang memadai.

j. Persentase Rumah Sehat (X_9)

Rumah sehat adalah bangunan rumah tinggal yang memenuhi syarat kesehatan, yaitu memiliki jamban yang sehat, sarana air bersih, tempat pembuangan sampah, sarana pembuangan air limbah, ventilasi rumah yang baik, kepadatan hunian rumah yang sesuai dan lantai rumah yang tidak terbuat dari tanah. Nilai capaian tertinggi rumah sehat di kabupaten/kota di Jawa Timur adalah 87,17 persen di Kabupaten Gresik dan terendah sebesar 38,29 persen di Kabupaten Probolinggo, dengan nilai rata-rata rumah sehat sebesar 67,82 persen.

Gambar 4.10 merupakan persebaran persentase rumah yang memenuhi kriteria sehat. Pada Gambar 4.10 terlihat bahwa terdapat 10 wilayah di Jawa Timur yang berada dalam kategori rendah (38,29-57,8 persen). Wilayah yang termasuk dalam kategori rendah adalah Kabupaten Probolinggo, Bondowoso, Pacitan, Nganjuk, Pamekasan, Sampang, Situbondo, Sumenep, Kediri, dan Tulungagung. Sementara untuk wilayah di Jawa Timur yang berada dalam kategori sedang (57,80-73,93 persen) sebanyak 15 kabupaten/kota dan sisanya 13 kabupaten/kota berada dalam kategori tinggi (73,94-87,17 persen) dengan persentase rumah sehat tertinggi di Kabupaten Gresik.



Gambar 4.10 Persebaran Persentase Rumah Sehat

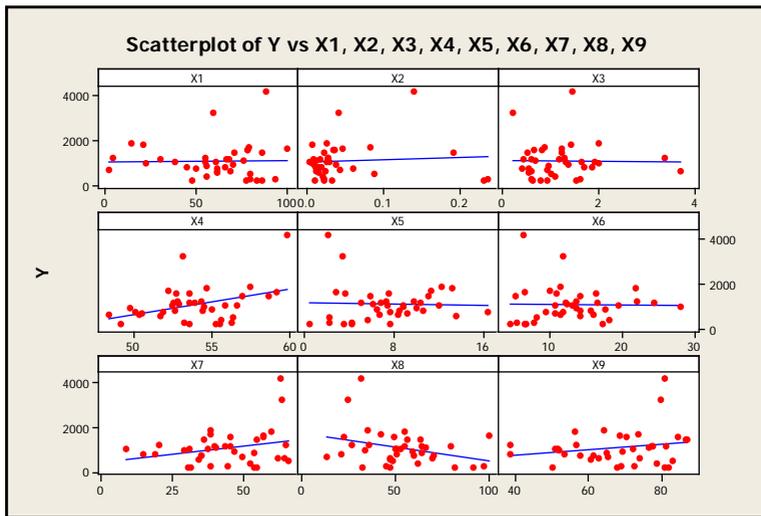
4.2 Pemodelan Jumlah Kasus Penyakit Tuberkulosis di Jawa Timur dengan Regresi Poisson dan GPR

4.2.1 Pola Hubungan Antar Variabel

Pola hubungan antara jumlah kasus penyakit tuberkulosis dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya perlu dilakukan identifikasi sebelum dilakukan pemodelan. Identifikasi pola hubungan antara variabel respon jumlah kasus penyakit tuberkulosis dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya dilakukan dengan menggunakan *scatter plot* pada Gambar 4.11.

Gambar 4.11 menunjukkan hubungan antara jumlah kasus penyakit tuberkulosis dan faktor-faktor yang mempengaruhi di Jawa Timur berpola linear (positif dan negatif) dan sebagian acak. Variabel yang berpengaruh positif (berpola linear positif) terhadap jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur adalah persentase penduduk usia produktif (X_4), persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat (X_7), dan persentase rumah sehat (X_9). Sedangkan variabel prediktor yang memiliki pola hubungan linear negatif (berpengaruh negatif) terhadap jumlah kasus penyakit tuberkulosis adalah persentase jumlah tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis (X_5) dan persentase TUPM sehat (X_8). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis dan persentase TUPM sehat, cenderung akan menurunkan jumlah kasus penyakit

tuberkulosis di Jawa Timur. Hal ini sesuai dengan teori karena semakin banyak tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis, maka semakin banyak dilakukan penyuluhan dan pemeriksaan sehingga masyarakat yang terdeteksi penyakit tuberkulosis dapat segera dilakukan penanganan/pengobatan. Selain itu, semakin tinggi persentase TUPM sehat juga akan cenderung mengurangi jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur.



Gambar 4.11 Pola Hubungan Jumlah Kasus Penyakit Tuberkulosis dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

4.2.2 Pemeriksaan Multikolinieritas

Langkah awal sebelum pembentukan model adalah melakukan pemeriksaan kasus multikolinieritas. Pengujian multikolinieritas perlu dilakukan karena merupakan asumsi pada pemodelan dengan regresi, dimana antar variabel harus independen atau tidak ada hubungan antara variabel prediktor. Salah satu kriteria yang digunakan untuk melihat kasus multikolinieritas adalah nilai VIF. Jika nilai VIF > 10 maka asumsi non multikolinieritas tidak terpenuhi, sehingga menyebabkan taksiran parameter yang diperoleh menjadi bias. Nilai VIF pada tiap-tiap prediktor ditampilkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai VIF Variabel Prediktor

Variabel	VIF	Variabel	VIF	Variabel	VIF
X ₁	2,060	X ₄	1,437	X ₇	1,629
X ₂	1,717	X ₅	1,742	X ₈	1,351
X ₃	1,671	X ₇	2,058	X ₉	2,712

Tabel 4.2 menginformasikan bahwa semua variabel prediktor telah memenuhi asumsi non multikolinearitas karena nilai VIF dari sembilan variabel prediktor < 10 . Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada variabel prediktor yang saling berkorelasi dengan variabel prediktor lainnya. Sehingga sembilan variabel prediktor dapat digunakan untuk pembentukan model regresi poisson, GPR dan model GWPR.

4.2.3 Pemodelan Jumlah Kasus Tuberkulosis Menggunakan Regresi Poisson

Data jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur merupakan data *count* (jumlahan), sehingga untuk menganalisisnya digunakan metode yang sesuai yaitu regresi poisson. Regresi poisson merupakan suatu metode regresi dengan variabel respon berupa data *Count* (jumlahan). Dalam pemodelan dengan regresi poisson dilakukan pengujian parameter model secara serentak maupun parsial sebagai berikut.

a. Pengujian Secara Serentak Parameter Model Regresi Poisson

Pemodelan pada regresi poisson diperoleh nilai devians $D(\hat{\beta})$ sebesar 9.123,9028 (Lampiran 3). Kemudian nilai devians dibandingkan dengan nilai *chi-square* dengan taraf signifikansi sebesar 5%, sehingga diperoleh nilai $\chi^2_{(0,05;9)}$ sebesar 16,919 dan nilai devians $D(\hat{\beta})$ lebih besar dari $\chi^2_{(0,05;9)}$. Jadi, diperoleh keputusan yaitu tolak H_0 artinya bahwa minimal ada satu parameter yang berpengaruh secara signifikan terhadap model.

b. Pengujian Parsial Parameter Model Regresi Poisson

Setelah dilakukan uji parameter secara serentak, selanjutnya dilakukan uji parameter secara parsial untuk mengetahui

parameter mana saja yang berpengaruh terhadap model. Pengujian ini menggunakan statistik uji Z_{hitung} yang merupakan hasil pembagian antara nilai estimasi dengan nilai *standard error*. Dari hasil analisis diperoleh nilai Z_{hitung} yang kemudian dibandingkan dengan nilai Z_{tabel} menggunakan taraf signifikansi 5% yaitu $Z_{0,025} = 1,96$. Nilai Z_{hitung} masing-masing variabel prediktor ditampilkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Estimasi Parameter Model Regresi Poisson

Parameter	Estimasi	Standard Error	Z_{hitung}
β_0	6,887128	0,005453	1263,1*
β_1	0,128191	0,007056	18,17*
β_2	0,000422	0,007364	0,0572
β_3	-0,083077	0,007641	-10,87*
β_4	0,342063	0,006072	56,34*
β_5	0,185949	0,006738	27,59*
β_6	0,112099	0,006998	16,02*
β_7	0,245864	0,006288	39,10*
β_8	-0,315941	0,005702	-55,41*
β_9	0,018150	0,008387	2,164*

*) Signifikan pada taraf signifikansi 5%

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa terdapat beberapa parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model. Parameter dikatakan berpengaruh signifikan terhadap model (tolak H_0) jika nilai $|Z_{hitung}| > Z_{\alpha/2}$. Dengan taraf signifikansi 5% yaitu 1,96, maka semua parameter berpengaruh signifikan terhadap model kecuali parameter β_2 yaitu persentase penderita HIV. Sehingga, model regresi poisson yang terbentuk adalah sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \exp(6,887128 + 0,128191 X_1 + 0,000422 X_2 - 0,083077 X_3 + 0,342063 X_4 + 0,185949 X_5 + 0,112099 X_6 + 0,245864 X_7 - 0,315941 X_8 + 0,018150 X_9)$$

$$\ln(\hat{\mu}) = 6,887128 + 0,128191 X_1 + 0,000422 X_2 - 0,083077 X_3 + 0,342063 X_4 + 0,185949 X_5 + 0,112099 X_6 + 0,245864 X_7 - 0,315941 X_8 + 0,018150 X_9$$

Variabel prediktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur tahun 2012 adalah

persentase keluarga dengan kepemilikan sarana sanitasi dasar sehat (X_1), persentase gizi buruk masyarakat (X_3), persentase penduduk usia produktif (X_4), persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis (X_5), persentase penduduk miskin (X_6), persentase rumah tangga ber-PHBS(X_7), dan persentase TUPM sehat (X_8), serta persentase rumah sehat (X_9). Dari model regresi poisson diketahui bahwa jika kenaikan pada persentase penduduk miskin (X_6) sebesar satu persen, maka akan meningkatkan ln rata-rata jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur sebesar 0,112099 dengan syarat semua variabel lain konstan. Selain itu, meningkatnya persentase penduduk usia produktif (X_4) sebesar satu persen, juga akan meningkatkan ln rata-rata jumlah kasus tuberkulosis sebesar 0,342063 dengan asumsi semua variabel prediktor tetap.

Variabel yang tidak sesuai dengan teori terjadi pada beberapa variabel, yaitu persentase keluarga dengan kepemilikan sarana sanitasi dasar sehat, persentase rumah tangga ber-PHBS, dan persentase rumah sehat. Ketiga variabel tersebut memiliki hasil yang berbeda dengan teori kesehatan, dimana setiap kenaikan persentase variabel tersebut akan menurunkan ln rata-rata jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur. Hal ini terjadi karena sebagian besar penduduk khususnya penduduk usia produktif (15-50 tahun) lebih banyak menghabiskan waktu di luar rumah seperti sekolah, bermain dan bekerja. Sementara untuk variabel tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis menunjukkan bahwa setiap kenaikan satu persen, maka akan meningkatkan ln rata-rata jumlah kasus tuberkulosis sebesar 0,185949 dengan syarat semua variabel konstan. Hal ini juga berbanding terbalik dengan teori karena dengan semakin banyak tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis, maka semakin banyak dilakukan penyuluhan dan pemeriksaan terhadap masyarakat. Sehingga mengakibatkan semakin banyak masyarakat yang terdeteksi menderita penyakit tuberkulosis, sedangkan untuk proses penyembuhan membutuhkan waktu yang cukup lama.

Persentase TUPM sehat, dan persentase status gizi buruk masyarakat memiliki hubungan negatif dengan jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur. Setiap kenaikan persentase TUPM sehat sebesar satu persen, maka akan menurunkan ln rata-rata jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa timur sebesar 0,315941 dengan syarat variabel yang lainnya bernilai konstan. Hal ini terjadi karena TUPM merupakan tempat yang paling sering dan banyak dikunjungi orang, sehingga semakin bersih dan sehat tempat tersebut maka penyebaran penyakit akan berkurang terutama penyakit tuberkulosis yang penyebarannya melalui batuk/bersin.

4.2.4 Pemodelan Jumlah Kasus Penyakit Tuberkulosis Menggunakan GPR

Distribusi Poisson memiliki asumsi *mean* dan *variance* bernilai sama. Tetapi, pada kenyataannya seringkali diperoleh suatu kondisi dimana nilai *variance* data lebih besar/kecil dibandingkan nilai *mean* yang disebut dengan *over/under dispersion*. Oleh karena itu, dilakukan pengujian *equidispersion* model regresi poisson pada data jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur. Salah satu cara untuk melakukan pengujian dispersi menggunakan nilai devians pada model regresi poisson dibagi dengan nilai derajat bebasnya. Data dikatakan *over dispersion* jika nilai rasio devians dengan derajat bebasnya lebih dari 1, dan terjadi kasus *under dispersion* jika nilai rasio devians dengan derajat bebasnya kurang dari 1.

Hasil pengujian dispersi data jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur, diperoleh nilai rasio devians dengan derajat bebasnya lebih dari 1. Hal ini menunjukkan bahwa asumsi *equidispersion* pada model regresi poisson tidak terpenuhi karena data jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur mengalami *over* dispersi. Untuk menganalisis data yang terjadi kasus *over dispersion*, salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Generalized Poisson Regression* (GPR). GPR merupakan model regresi poisson yang digunakan jika terjadi kasus *over/under dispersion* yaitu kasus dimana nilai *mean* tidak sama

dengan nilai varians. Sehingga untuk menganalisis data jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur dilakukan menggunakan metode GPR. Pengujian parameter model GPR dilakukan dengan uji serentak dan parsial sebagai berikut.

a. Uji Serentak Parameter Model GPR

Pemodelan menggunakan GPR diperoleh nilai devians $D(\hat{\beta})$ sebesar 578,2 (Lampiran 9). Kemudian nilai devians dibandingkan dengan nilai *chi-square* dengan taraf signifikansi 5% sebesar 16,919, sehingga diperoleh keputusan tolak H_0 karena nilai devians $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(0,05;9)}$. Jadi, dapat disimpulkan bahwa minimal ada satu parameter yang berpengaruh secara signifikan terhadap model, dan kemudian dilanjutkan dengan uji parameter secara parsial.

b. Uji Parsial Parameter Model GPR

Uji parameter secara parsial dilakukan untuk mengetahui variabel apa saja yang berpengaruh terhadap model dengan menggunakan statistik uji Z_{hitung} yang merupakan hasil pembagian antara nilai estimasi dengan nilai *standard error* nya. Nilai Z_{hitung} masing-masing variabel prediktor ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Estimasi Parameter Model GPR

Parameter	Estimasi	Standart Error	Z_{hitung}
β_0	-2,0211	2,6686	-0,76
β_1	0,0052	0,0050	1,03
β_2	-1,8868	2,1548	-0,88
β_3	-0,1314	0,1753	-0,75
β_4	0,1407	0,0427	3,30*
β_5	0,0925	0,0498	1,86
β_6	0,0331	0,0405	0,82
β_7	0,0194	0,0113	1,73
β_8	-0,0111	0,0052	-2,12*
β_9	-0,0016	0,0119	-0,13
θ	0,0177	0,0022	7,98

*) Signifikan pada taraf signifikansi 5%

Tabel 4.4 menginformasikan nilai estimasi parameter model GPR dan nilai Z_{hitung} masing-masing variabel prediktor. Parameter dikatakan signifikan (tolak H_0) jika nilai $|Z_{hitung}| > Z_{\alpha/2}$. Dengan taraf signifikansi 5% yaitu 1,96, maka parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model adalah β_4 dan β_8 . Jadi, model GPR terbaik setelah dilakukan pengolahan data dengan menggunakan dua variabel yang signifikan X_4 dan X_8 (Lampiran 10) adalah sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \exp(2,6903 + 0,0917X_4 - 0,0133X_8)$$

$$\ln(\hat{\mu}) = 2,6903 + 0,0917X_4 - 0,0133X_8$$

Variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur adalah persentase penduduk usia produktif (X_4), dan persentase TUPM sehat (X_8). Berdasarkan model GPR yang diperoleh, \ln rata-rata jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur akan bertambah sebesar 0,0917 jika variabel persentase penduduk usia produktif mengalami penambahan sebesar satu persen dengan syarat variabel yang lain bernilai konstan. Sebaliknya, jika persentase TUPM sehat meningkat sebesar satu persen dan variabel yang lain konstan, maka \ln rata-rata jumlah kasus tuberkulosis akan berkurang sebesar 0,0133. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar penderita penyakit tuberkulosis di Jawa Timur adalah usia produktif, dan TUPM sehat berpengaruh terhadap persebaran penyakit tuberkulosis. TUPM merupakan suatu sarana yang dikunjungi banyak orang (hotel, restoran/rumah makan, pasar), sehingga semakin bersih dan sehat tempat tersebut maka persebaran penyakit tuberkulosis akan berkurang.

4.3 Pemodelan Jumlah Kasus Penyakit Tuberkulosis di Jawa Timur dengan GWPR

4.3.1 Pengujian Aspek Data Spasial

Sebelum dilakukan pemodelan pada data jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur menggunakan GWPR, terlebih dahulu dilakukan pengujian spasial. Pengujian spasial

dilakukan karena salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur adalah aspek lingkungan. Untuk menguji aspek spasial pada data secara statistika, dilakukan menggunakan uji dependensi spasial dengan statistik uji *Moran's I* dan uji heterogenitas spasial menggunakan statistik uji *Breusch-Pagan*.

a. Uji Dependensi Spasial

Uji dependensi spasial dilakukan untuk mengetahui apakah pengamatan di suatu lokasi berpengaruh terhadap pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan *software R* diperoleh *p-value* sebesar 0,1859 (Lampiran 4) lebih besar dari taraf signifikansi 5%, sehingga gagal tolak H_0 yang berarti tidak terdapat dependensi spasial antar wilayah.

b. Uji Heterogenitas Spasial

Uji heterogenitas spasial dilakukan setelah melakukan uji dependensi spasial. Uji heterogenitas spasial dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat kekhasan pada setiap lokasi pengamatan dengan menggunakan statistik uji *Breusch-Pagan*. Hasil pengujian menggunakan *software R* diperoleh keputusan tolak H_0 karena *p-value* sebesar 0,02648 (Lampiran 4) lebih kecil dari taraf signifikansi 5%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat keragaman spasial antar wilayah.

Berdasarkan hasil pengujian spasial pada jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur yaitu tidak terjadi dependensi spasial tetapi terjadi heterogenitas spasial antar wilayah. Oleh karena itu, metode spasial titik *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR) dapat dilakukan sebagai analisis.

4.3.2 Pemodelan Jumlah Kasus Tuberkulosis Menggunakan *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR)

Data jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur terjadi kasus *over dispersion* dan terdapat pengaruh spasial. Sehingga metode analisis yang tepat digunakan adalah metode *Geographically Weighted Generalized Poisson Regression*

(GWGPR). Akan tetapi, pada penelitian ini tidak dilakukan pemodelan menggunakan GWGPR karena keterbatasan peneliti dalam pembuatan *syntax* program dan mendapatkan referensi baik jurnal maupun buku tentang metode GWGPR. Sehingga untuk melakukan analisis pada data jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur yang mengalami kasus *over dispersion* dan terdapat pengaruh spasial, maka dilakukan menggunakan metode *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR). Metode GWPR dapat digunakan dalam analisis penelitian ini karena data jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur diasumsikan memiliki nilai *variance* dan *mean* sama.

Metode GWPR merupakan pengembangan dari regresi poisson yang memperhatikan pembobot lokasi. Langkah awal yang dilakukan sebelum melakukan pemodelan GWPR adalah menentukan letak geografis masing-masing kabupaten/kota di Jawa Timur. Kemudian menentukan *bandwidth* optimum menggunakan kriteria CV dan digunakan dalam menentukan pembobot untuk melakukan penaksiran parameter. Dari hasil analisis fungsi kernel yang digunakan adalah fungsi kernel *Gaussian* karena memiliki *bandwidth* optimum sebesar 2,588.

Langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah mencari matriks pembobot. Sebelum dilakukan penghitungan matriks pembobot, langkah yang dilakukan adalah menentukan jarak (d_{ij}) antar kabupaten/kota di Jawa Timur dengan penghitungan matriks pembobot dilakukan menggunakan fungsi kernel Gauss. Sebagai contoh Kota Surabaya digunakan sebagai titik pusat, sehingga diperoleh jarak *Euclid* Kota Surabaya dengan kabupaten/kota di Jawa Timur yang ditampilkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 merupakan nilai diagonal pada matriks pembobot Kota Surabaya. Matriks pembobot yang digunakan untuk menaksir model GWPR di Kota Surabaya berbentuk matriks diagonal sebagai berikut.

$$\begin{aligned} W(u_{37}, v_{37}) &= \text{diag}[W_1(u_1, v_1), W_2(u_2, v_2), \dots, W_{37}(u_{37}, v_{37}), W_{38}(u_{38}, v_{38})] \\ &= \text{diag}[0,809, 0,935, \dots 1, 0,989] \end{aligned}$$

Matriks pembobot di atas hanya digunakan untuk menaksir parameter di Kota Surabaya. Untuk melakukan penaksiran di kabupaten/kota lain di Jawa Timur dilakukan dengan cara perhitungan yang sama, tetapi hasil yang didapatkan berbeda antara satu wilayah dengan wilayah lainnya.

Tabel 4.5 Jarak Euclid dan pembobot di Kota Surabaya

Kab/Kota	d_{ij}	W	Kab/Kota	d_{ij}	W
Pacitan	1,687	0,809	Magetan	1,275	0,886
Ponorogo	0,949	0,935	Ngawi	1,184	0,901
Trenggalek	1,347	0,873	Bojonegoro	0,911	0,940
Tulungagung	1,273	0,886	Tuban	0,755	0,958
Blitar	0,993	0,929	Lamongan	0,212	0,997
Kediri	0,526	0,980	Gresik	0,206	0,997
Malang	0,455	0,985	Bangkalan	0,120	0,999
Lumajang	1,166	0,903	Sampang	0,710	0,963
Jember	1,347	0,873	Pamekasan	0,841	0,949
Banyuwangi	2,014	0,739	Sumenep	1,079	0,917
Bondowoso	1,124	0,910	Kota Kediri	0,562	0,977
Situbondo	1,157	0,905	Kota Blitar	0,966	0,933
Probolinggo	0,644	0,969	Kota Malang	0,444	0,985
Pasuruan	0,446	0,985	Kota Probolinggo	0,747	0,959
Sidoarjo	0,132	0,999	Kota Pasuruan	0,260	0,995
Mojokerto	0,241	0,996	Kota Mojokerto	0,236	0,996
Jombang	0,358	0,990	Kota Madiun	1,163	0,904
Nganjuk	0,936	0,937	Kota Surabaya	0,000	1,000
Madiun	1,197	0,899	Kota Batu	0,392	0,989

a. Uji Kesamaan Model GWPR

Uji kesamaan model GWPR dilakukan untuk mengetahui kebaikan model GWPR dengan model regresi poisson. Uji kesamaan model dilakukan sebelum dilakukan uji parameter secara serentak maupun secara parsial. Uji kesamaan model dilakukan dengan hipotesis berikut.

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j, \quad j = 0, 1, 2, \dots, 9 \text{ dan } i = 0, 1, 2, \dots, 38$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq \beta_j$$

Uji kesamaan model dilakukan menggunakan statistik uji F_{hitung} yang dibandingkan dengan nilai F_{tabel} pada taraf signifikansi 5%. Berikut adalah tabel yang digunakan untuk menguji kesamaan model GWPR dengan model regresi poisson.

Tabel 4.6 Uji Kesamaan Model GWPR

Model	Devians	Df	Devians/df	F_{hitung}
Global	9123,903	28	325,854	1,798
GWPR	5074,921	28	181,247	

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa nilai F_{hitung} yang diperoleh sebesar 1,798, sedangkan nilai F_{tabel} atau $F_{(0,05,28,28)}$ dengan taraf signifikansi 5% adalah 1,88. Kemudian nilai F_{hitung} dibandingkan dengan nilai F_{tabel} dan diperoleh kesimpulan gagal tolak H_0 karena nilai F_{hitung} kurang dari F_{tabel} . Hal ini menunjukkan bahwa dengan taraf signifikansi 5% disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan antara model regresi poisson dengan model GWPR.

b. Uji Serentak Parameter Model GWPR

Pengujian parameter secara serentak model GWPR dilakukan untuk mengetahui apakah parameter berpengaruh signifikan terhadap model. Berikut adalah hipotesisnya.

$$H_0 : \beta_1(u_1, v_1) = \beta_2(u_2, v_2) = \dots = \beta_9(u_9, v_9) = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0; j = 1, 2, \dots, 9; i = 0, 1, 2, \dots, 38$$

Hasil pengujian menggunakan *software GWR 4* diperoleh nilai devians $D(\hat{\beta})$ sebesar 5.074 (Lampiran 6). Nilai devians tersebut dibandingkan dengan nilai *chi-square* pada taraf signifikansi 5% sebesar 16,919. Sehingga tolak H_0 karena nilai $D(\hat{\beta}) > \chi_{(0,05,9)}^2$, yang berarti minimal ada satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model.

c. Uji Parsial Model GWPR

Pengujian parameter secara parsial model GWPR dilakukan untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap model dengan hipotesis sebagai berikut.

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

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

Pengujian parsial model menggunakan statistik uji Z_{hitung} dari masing-masing parameter yang diperoleh dari nilai estimasi parameter dibagi dengan nilai *standard error*-nya. Nilai statistik uji Z_{hitung} dibandingkan dengan nilai Z_{tabel} pada taraf signifikansi 5% sebesar 1,96. Parameter dikatakan signifikan terhadap model apabila nilai $|Z_{hitung}| > Z_{(0,05/2)}$. Nilai koefisien parameter masing-masing kabupaten/kota (Lampiran 7) yang signifikan disajikan dalam Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Koefisien Parameter Model GWPR Setiap Kabupaten/Kota

Kab/Kota	β_0	β_1	Kab/Kota	β_0	β_1
Pacitan	6,8501	-0,0655	Magetan	6,9831	
Ponorogo	6,9424	0,0588	Ngawi	6,9991	0,0318
Trenggalek	6,8780		Bojonegoro	6,9803	0,0827
Tulungagung	6,8756		Tuban	6,8930	0,1289
Blitar	6,8490	0,0740	Lamongan	6,8520	0,1400
Kediri	6,8747	0,1085	Gresik	6,8517	0,1396
Malang	6,8339	0,1394	Bangkalan	6,8320	0,1620
Lumajang	7,0619	0,1823	Sampang	6,8689	0,1769
Jember	7,1491	0,1254	Pamekasan	6,8947	0,1495
Banyuwangi	7,3118	-0,2639	Sumenep	6,9416	0,0855
Bondowoso	7,0792	0,0402	K. Kediri	6,8788	0,1050
Situbondo	7,0772		K. Blitar	6,8421	0,0832
Probolinggo	6,8924	0,1923	K. Malang	6,8336	0,1411
Pasuruan	6,8480	0,1892	K. Probolinggo	6,9235	0,1694
Sidoarjo	6,8326	0,1558	K. Pasuruan	6,8305	0,1690
Mojokerto	6,8436	0,1380	K. Mojokerto	6,8477	0,1361
Jombang	6,8634	0,1235	K. Madiun	6,9810	0,0277
Nganjuk	6,9617	0,0657	K. Surabaya	6,8317	0,1606
Madiun	6,9870	0,0230	K. Batu	6,8381	0,1348

Tabel 4.7 Koefisien Parameter Model GWPR Setiap Kabupaten/Kota
(Lanjutan)

Kab/Kota	β_2	β_3	β_4	β_5
Pacitan	-0,1308	0,1008	0,3194	0,1710
Ponorogo	-0,0332		0,3827	0,1331
Trenggalek	-0,0588	0,0459	0,3754	0,1708
Tulungagung	-0,0393		0,3929	0,1696
Blitar		-0,1416	0,4678	0,1674
Kediri		-0,1298	0,4468	0,1771
Malang	0,0292	-0,2143	0,4879	0,2276
Lumajang	0,0940	-0,3000	0,2503	0,2554
Jember	0,1382	-0,2712	0,1314	0,1996
Banyuwangi	0,3185	-0,1088	-0,1952	-0,0401
Bondowoso	0,2080	-0,2429	0,1692	0,1544
Situbondo	0,2323	-0,2440	0,1708	0,1417
Probolinggo	0,0733	-0,2669	0,4101	0,2855
Pasuruan	0,0554	-0,2523	0,4607	0,2842
Sidoarjo	0,0334	-0,2052	0,4778	0,2391
Mojokerto	0,0253	-0,1818	0,4697	0,2156
Jombang	0,0170	-0,1471	0,4509	0,1911
Nganjuk	-0,0403		0,3692	0,1239
Madiun	-0,0927	0,0437	0,3319	0,1107
Magetan	-0,1094	0,0537	0,3235	0,1117

Tabel 4.7 Koefisien Parameter Model GWPR Setiap Kabupaten/Kota
(Lanjutan)

Kab/Kota	β_2	β_3	β_4	β_5
Ngawi	-0,0919	0,0430	0,3275	0,1046
Bojonegoro	-0,0435		0,3503	0,1131
Tuban		-0,0388	0,3490	0,1204
Lamongan	0,0204	-0,1548	0,4462	0,2010
Gresik	0,0207	-0,1564	0,4479	0,2020
Bangkalan	0,0330	-0,1924	0,4655	0,2332
Sampang	0,1072	-0,2421	0,4077	0,2596
Pamekasan	0,1349	-0,2444	0,3764	0,2358
Sumenep	0,2043	-0,2529	0,3258	0,1922
Kota Kediri		-0,1226	0,4436	0,1730
Kota Blitar		-0,1714	0,4805	0,1715
Kota Malang	0,0298	-0,2155	0,4879	0,2296
Kota Probolinggo	0,1052	-0,2576	0,3593	0,2596
Kota Pasuruan	0,0408	-0,2286	0,4822	0,2603
Kota Mojokerto	0,0234	-0,1727	0,4638	0,2099
Kota Madiun	-0,0842	0,0387	0,3387	0,1140
Kota Surabaya	0,0340	-0,2004	0,4724	0,2388
Kota Batu	0,0269	-0,1987	0,4822	0,2198

Tabel 4.7 Koefisien Parameter Model GWPR Setiap Kabupaten/Kota
(Lanjutan)

Kab/Kota	β_6	β_7	β_8	β_9
Pacitan		0,0757	-0,0728	0,1778
Ponorogo	0,2281	0,1382	-0,2058	
Trenggalek	0,1526	0,1278	-0,1452	0,0880
Tulungagung	0,1841	0,1508	-0,1642	0,0559
Blitar	0,2685	0,2464	-0,2390	-0,0744
Kediri	0,2322	0,2564	-0,2579	-0,1024
Malang	0,2096	0,3152	-0,2966	-0,1677
Lumajang	0,0919	0,3962	-0,3563	-0,2503
Jember	0,0388	0,3948	-0,3338	-0,2433
Banyuwangi	-0,1632	0,2703	-0,2381	-0,0961
Bondowoso		0,3230	-0,3093	-0,2433
Situbondo	-0,0190	0,3044	-0,2959	-0,2424
Probolinggo	0,1141	0,3646	-0,3502	-0,2490
Pasuruan	0,1441	0,3526	-0,3387	-0,2280
Sidoarjo	0,1806	0,3163	-0,3100	-0,1650
Mojokerto	0,1987	0,2989	-0,2927	-0,1421
Jombang	0,2115	0,2736	-0,2761	-0,1145
Nganjuk	0,2193	0,1195	-0,2173	
Madiun	0,1661	0,0347	-0,1900	0,0946
Magetan	0,1442		-0,1737	0,1233

Tabel 4.7 Koefisien Parameter Model GWPR Setiap Kabupaten/Kota
(Lanjutan)

Kab/Kota	β_6	β_7	β_8	β_9
Ngawi	0,1669	0,0264	-0,2043	0,0903
Bojonegoro	0,1973	0,1011	-0,2472	
Tuban	0,1309	0,1839	-0,3231	0,0252
Lamongan	0,1816	0,2819	-0,3003	-0,1114
Gresik	0,1833	0,2831	-0,2992	-0,1138
Bangkalan	0,1642	0,3058	-0,3213	-0,1446
Sampang	0,0868	0,3253	-0,3411	-0,2337
Pamekasan	0,0681	0,3139	-0,3285	-0,2391
Sumenep	0,0375	0,2830	-0,2904	-0,2474
Kota Kediri	0,2358	0,2502	-0,2536	-0,0971
Kota Blitar	0,2723	0,2621	-0,2530	-0,0938
Kota Malang	0,2074	0,3166	-0,2981	-0,1695
Kota Probolinggo	0,0760	0,3520	-0,3476	-0,2513
Kota Pasuruan	0,1715	0,3332	-0,3204	-0,1936
Kota Mojokerto	0,1983	0,2931	-0,2910	-0,1337
Kota Madiun	0,1757	0,0494	-0,1908	0,0818
Kota Surabaya	0,1709	0,3128	-0,3165	-0,1576
Kota Batu	0,2105	0,3064	-0,2904	-0,1555

Tabel 4.7 menunjukkan parameter yang berpengaruh signifikan di setiap kabupaten/kota berbeda, karena nilai Z_{hitung} pada masing-masing kabupaten/kota berbeda. Parameter yang berpengaruh signifikan di seluruh kabupaten/kota di Jawa Timur adalah parameter $\beta_4, \beta_5,$ dan β_8 . Hal ini menunjukkan bahwa variabel yang mempengaruhi jumlah kasus penyakit tuberkulosis

di setiap kabupaten/kota di Jawa Timur berbeda. Sedangkan untuk variabel yang berpengaruh di seluruh kabupaten/kota di Jawa Timur adalah variabel persentase penduduk usia produktif (X_4), persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis (X_5), dan persentase TUPM sehat (X_8).

Kota Surabaya yang memiliki jumlah kasus tuberkulosis terbanyak (4.212 kasus) di Jawa Timur memiliki 10 parameter yang signifikan, dengan kata lain semua variabel penelitian berpengaruh signifikan terhadap model GWPR Kota Surabaya. Model GWPR Kota Surabaya adalah sebagai berikut.

$$\hat{\mu}_i = \exp(6,8317 + 0,1606 X_1 + 0,034 X_2 - 0,2004 X_3 + 0,4724 X_4 \\ + 0,2388 X_5 + 0,1709 X_6 + 0,3128 X_7 - 0,3165 X_8 - 0,1576 X_9) \\ \ln(\hat{\mu}_i) = 6,8317 + 0,1606 X_1 + 0,034 X_2 - 0,2004 X_3 + 0,4724 X_4 \\ + 0,2388 X_5 + 0,1709 X_6 + 0,3128 X_7 - 0,3165 X_8 - 0,1576 X_9$$

Variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur adalah persentase kepemilikan sarana sanitasi dasar sehat (X_1), persentase penderita HIV (X_2), persentase gizi buruk masyarakat (X_3), persentase penduduk usia produktif (X_4), persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis (X_5), persentase penduduk miskin (X_6), persentase rumah tangga ber-PHBS (X_7), persentase TUPM sehat (X_8), dan persentase rumah sehat (X_9).

Berdasarkan model GWPR untuk Kota Surabaya, jika terjadi kenaikan persentase penderita HIV (X_2) sebesar satu persen, maka akan terjadi kenaikan ln rata-rata jumlah kasus tuberkulosis di Kota Surabaya sebesar 0,034 dengan syarat variabel lainnya konstan (tetap). Kondisi ini juga berlaku untuk variabel X_1 , X_4 , X_5 , X_6 , dan X_7 . Sedangkan untuk variabel X_8 (persentase TUPM sehat), jika terjadi kenaikan sebesar satu persen dan variabel yang lain konstan, maka akan menurunkan ln rata-rata jumlah kasus tuberkulosis di Kota Surabaya sebesar 0,3165. Hal ini juga berlaku untuk variabel X_3 dan X_9 .

Terdapat perbedaan hasil antara model regresi poisson dengan model GWPR di Kota Surabaya. Pada model regresi poisson variabel persentase penderita HIV (X_2) tidak berpengaruh

terhadap model, sedangkan pada model GWPR Kota Surabaya variabel persentase penderita HIV berpengaruh signifikan terhadap model. Kota Surabaya termasuk ke dalam wilayah yang memiliki persentase penderita HIV tinggi sejak tahun 1989 dan menyebabkan tingginya jumlah kasus penderita tuberkulosis di Surabaya. Tingginya persentase penderita HIV di Kota Surabaya disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya karena banyak kalangan remaja yang melakukan *free sex* dan pergaulan bebas.

Perbedaan pengaruh variabel persentase penderita HIV pada model regresi poisson dan model GWPR, diduga terjadi karena rata-rata persentase penderita HIV di Jawa Timur secara umum sangat kecil dibandingkan persentase penderita HIV masing-masing wilayah di Jawa Timur. Selain di Kota Surabaya, perbedaan pengaruh variabel persentase penderita HIV juga terjadi di beberapa wilayah di Jawa Timur. Hal ini menunjukkan bahwa pemodelan dengan metode GWPR memberikan hasil yang lebih signifikan pada setiap wilayah di Jawa Timur.

Variabel-variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus penyakit tuberkulosis di tiap kabupaten/ kota di Jawa Timur tahun 2012 ditampilkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Variabel yang Signifikan pada Model GWPR dengan Pembobot Fungsi Kernel Gauss

Kab/Kota	Variabel yang Signifikan
Pacitan	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_7, X_8, X_9$
Ponorogo	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$
Trenggalek	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Tulungagung	$X_2, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Blitar	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Kediri	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Malang	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Lumajang	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Jember	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Banyuwangi	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Bondowoso	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_7, X_8, X_9$
Situbondo	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Probolinggo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$

Tabel 4.8 Variabel yang Signifikan pada Model GWPR dengan Pembobot Fungsi Kernel Gauss (Lanjutan)

Kab/Kota	Variabel yang Signifikan
Pasuruan	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Sidoarjo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Mojokerto	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Jombang	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Nganjuk	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$
Madiun	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Magetan	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9$
Ngawi	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Bojonegoro	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$
Tuban	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Lamongan	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Gresik	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Bangkalan	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Sampang	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Pamekasan	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Sumenep	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Kota Kediri	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Kota Blitar	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Kota Malang	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Kota Probolinggo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Kota Pasuruan	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Kota Mojokerto	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Kota Madiun	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Kota Surabaya	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Kota Batu	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$

Tabel 4.8 menginformasikan bahwa terdapat kabupaten dan kota yang memiliki variabel yang berpengaruh signifikan sama. Kesamaan variabel yang signifikan terhadap beberapa kabupaten/kota mengindikasikan bahwa terdapat kesamaan karakteristik antara kabupaten/kota yang satu dengan kabupaten/kota yang lain. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan pengelompokan kabupaten/kota yang memiliki variabel yang signifikan sama ditampilkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Pengelompokan Kabupaten/Kota Menurut Variabel yang Signifikan Sama pada Model GWPR

Kabupaten/Kota	Variabel yang Signifikan
Malang, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Probolinggo, Pasuruan, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Madiun, Ngawi, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya, Kota Batu	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Trenggalek, Situbondo	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Blitar, Kediri, Tuban, Kota Blitar, Kota Kediri	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Pacitan, Bondowoso	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_7, X_8, X_9$
Tulungagung	$X_2, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
Magetan	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9$
Ponorogo, Nganjuk, Bojonegoro	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa kabupaten/kota di Jawa Timur yang memiliki variabel signifikan sama yang berpengaruh terhadap model GWPR terbagi menjadi tujuh kelompok kabupaten/kota. Kelompok pertama terdiri dari 24 kabupaten/kota yang memiliki karakteristik sama terhadap jumlah kasus tuberculosis, yaitu Malang, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Probolinggo, Pasuruan, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Madiun, Ngawi, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya, dan Kota Batu. Variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus tuberculosis di wilayah ini adalah variabel persentase kepemilikan sarana sanitasi dasar sehat (X_1), persentase penderita HIV (X_2), persentase gizi buruk masyarakat (X_3), persentase penduduk usia produktif (X_4), persentase tenaga kesehatan terdidik tuberculosis (X_5), persentase

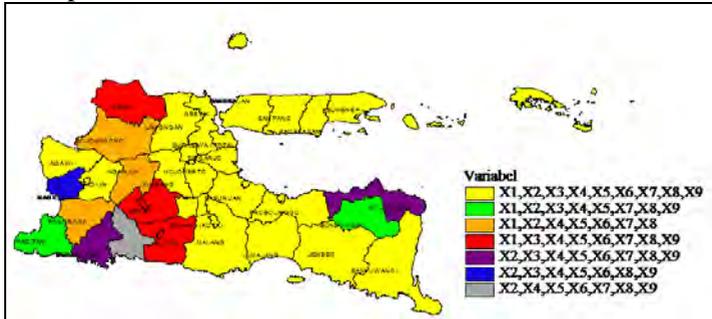
penduduk miskin (X_6), persentase rumah tangga ber-PHBS (X_7), persentase TUPM sehat (X_8), dan persentase rumah sehat (X_9).

Kelompok kedua terdiri dari 2 kabupaten yaitu Kabupaten Trenggalek dan Situbondo. Pada wilayah ini variabel yang mempengaruhi jumlah kasus tuberkulosis adalah persentase penderita HIV (X_2), persentase gizi buruk masyarakat (X_3), persentase penduduk usia produktif (X_4), persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis (X_5), persentase penduduk miskin (X_6), persentase rumah tangga ber-PHBS (X_7), persentase TUPM sehat (X_8), dan persentase rumah sehat (X_9). Sedangkan kelompok ketiga terdiri dari 5 kabupaten/kota yaitu Blitar, Kediri, Tuban, Kota Kediri, dan Kota Blitar. Variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus tuberkulosis di lima wilayah tersebut adalah variabel persentase kepemilikan sarana sanitasi dasar sehat (X_1), persentase gizi buruk masyarakat (X_3), persentase penduduk usia produktif (X_4), persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis (X_5), persentase penduduk miskin (X_6), persentase rumah tangga ber-PHBS (X_7), persentase TUPM sehat (X_8), dan persentase rumah sehat (X_9).

Kelompok keempat yaitu Kabupaten Pacitan dan Bondowoso, dengan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus tuberkulosis di kabupaten tersebut adalah variabel persentase kepemilikan sarana sanitasi dasar sehat (X_1), persentase penderita HIV (X_2), persentase gizi buruk masyarakat (X_3), persentase penduduk usia produktif (X_4), persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis (X_5), persentase rumah tangga ber-PHBS (X_7), persentase TUPM sehat (X_8), dan persentase rumah sehat (X_9). Kelompok lima adalah Kabupaten Tulungagung dengan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus tuberkulosis di Tulungagung adalah persentase penderita HIV (X_2), persentase penduduk usia produktif (X_4), persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis (X_5), persentase penduduk miskin (X_6), persentase rumah tangga ber-PHBS (X_7), persentase TUPM sehat (X_8), dan persentase rumah sehat (X_9).

Kelompok enam hanya terdiri dari satu wilayah, yaitu Kabupaten Magetan. Jumlah kasus tuberkulosis di kabupaten ini dipengaruhi oleh variabel persentase penderita HIV (X_2), persentase gizi buruk masyarakat (X_3), persentase penduduk usia produktif (X_4), persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis (X_5), persentase penduduk miskin (X_6), persentase TUPM sehat (X_8), dan persentase rumah sehat (X_9). Sementara untuk kelompok tujuh terdiri dari tiga kabupaten yaitu Ponorogo, Nganjuk, dan Bojonegoro. Variabel yang mempengaruhi jumlah kasus tuberkulosis di wilayah tersebut adalah variabel persentase kepemilikan sarana sanitasi dasar sehat (X_1), persentase penderita HIV (X_2), persentase penduduk usia produktif (X_4), persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis (X_5), persentase penduduk miskin (X_6), persentase rumah tangga ber-PHBS (X_7), persentase TUPM sehat (X_8).

Pengelompokan wilayah kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan variabel yang signifikan sama disajikan dalam peta tematik pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Kelompok Kabupaten/Kota Menurut Variabel yang Signifikan Sama

Gambar 4.12 menunjukkan pengelompokan wilayah kabupaten/kota yang memiliki variabel signifikan sama di Jawa Timur yang terbagi menjadi tujuh kelompok. Variabel persentase penduduk usia produktif (X_4), persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis (X_5), dan persentase TUPM sehat (X_8)

merupakan variabel yang berpengaruh signifikan di semua kabupaten/kota di Jawa Timur. Sebagian besar wilayah di Jawa Timur berada dalam kelompok 1 (kuning) dengan semua variabel berpengaruh signifikan terhadap wilayah tersebut. Kelompok 2 (hijau) terdiri dari dua wilayah yaitu Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Bondowoso. Perbedaan antara kelompok 1 dan 2 adalah variabel persentase keluarga dengan kepemilikan sarana sanitasi dasar (X_6) yang tidak berpengaruh signifikan pada kelompok 2. Warna coklat merupakan kelompok ketiga dimana variabel yang signifikan mempengaruhi jumlah kasus tuberkulosis adalah X_1 , X_2 , X_4 , X_5 , X_6 , X_7 , dan X_8 . Wilayah yang berada dalam kelompok coklat adalah Ponorogo, Nganjuk, dan Bojonegoro. Warna merah (kelompok empat) merupakan kelompok dengan variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah kasus tuberkulosis adalah X_1 , X_3 , X_4 , X_5 , X_6 , X_7 , X_8 , dan X_9 .

Kelompok lima (ungu) adalah kelompok dimana variabel yang signifikan mempengaruhi jumlah kasus tuberkulosis adalah X_2 , X_3 , X_4 , X_5 , X_6 , X_7 , X_8 , dan X_9 , yang terdiri dari dua wilayah yaitu Kabupaten Situbondo dan Trenggalek. Perbedaan antara kelompok merah dan ungu adalah persentase penderita HIV (X_2) yang berpengaruh signifikan terhadap kelompok ungu, tetapi tidak berpengaruh pada kelompok merah. Perbedaan terjadi pada kelompok enam (biru) dan kelompok tujuh (abu-abu) yang masing-masing kelompok hanya terdiri dari satu wilayah. Kelompok enam (biru) merupakan Kabupaten Magetan dimana variabel yang signifikan mempengaruhi jumlah kasus tuberkulosis adalah X_2 , X_3 , X_4 , X_5 , X_6 , X_8 , dan X_9 . Sedangkan untuk kelompok abu-abu yaitu Kabupaten Tulungagung, variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus tuberkulosis adalah X_2 , X_4 , X_5 , X_6 , X_7 , X_8 , dan X_9 . Hal ini menunjukkan bahwa Kabupaten Magetan dan Kabupaten Tulungagung memiliki karakteristik yang berbeda dengan wilayah kabupaten/kota lainnya di Jawa Timur.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur memiliki pola menyebar yang mengindikasikan bahwa terdapat pengaruh spasial pada kasus tuberkulosis. Jumlah kasus penyakit tuberkulosis tertinggi di Jawa Timur berada di Kota Surabaya dan Kabupaten Jember, sedangkan yang terendah adalah Kota Mojokerto.
2. Hasil pemodelan jumlah kasus penyakit tuberkulosis di kabupaten/kota di Jawa Timur menggunakan regresi poisson didapatkan hasil bahwa terjadi kasus *overdispersion*, sehingga untuk mengatasinya digunakan metode GPR. Pemodelan menggunakan GPR diperoleh hasil bahwa variabel persentase penduduk usia produktif dan persentase TUPM sehat berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur.
3. Pemodelan dengan GWPR diperoleh hasil bahwa variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus penyakit tuberkulosis di seluruh kabupaten/kota di Jawa Timur adalah persentase penduduk usia produktif, persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis, dan persentase TUPM sehat.

5.2 Saran

Pada penelitian ini masih banyak permasalahan yang belum dikaji secara mendalam dan detail. Oleh karena itu, saran yang dapat direkomendasikan pada penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Untuk penelitian selanjutnya hasil pemodelan bisa dilanjutkan dengan metode *Geographically Weighted Generalized Poisson Regression* (GWGPR) karena terjadi kasus *over*

dispersion dan terdapat aspek spasial pada data jumlah kasus penyakit tuberkulosis di Jawa Timur.

2. Bagi Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, perlu adanya program yang dapat meningkatkan persentase TUPM sehat dan jumlah tenaga kesehatan yang paham tentang penyakit tuberkulosis. Hal ini perlu dilakukan karena variabel-variabel tersebut sangat berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus penyakit tuberkulosis di seluruh kabupaten/kota di Jawa Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (2002). *Categorical Data Analysis Second Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics : Methods and Models*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Ardiyanti, S. (2010). *Pemodelan Angka Kematian Bayi dengan Pendekatan Geographically Weighted Poisson Regression di Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika, FMIPA-ITS.
- Assriyanti, N. (2011). *Perbandingan Analisis Regresi Poisson, Generalized Poisson Regression dan Geographically Weighted Poisson regression*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika, FMIPA-ITS.
- Aulele, S. (2010). *Model Geographically Weighted Poisson Regression (Studi Kasus Jumlah Kematian Bayi di Provinsi Jawa Timur dan Jawa Tengah Tahun 2007)*. Surabaya: Thesis Jurusan Statistika, FMIPA-ITS.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Departemen Kesehatan RI. (2009). *Buku Saku Kader Program Penanggulangan TB*. Tangerang: Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan Departemen Kesehatan RI.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur (2012). *Pedoman Teknis Penilaian Rumah Sehat*. Surabaya: Departemen Kesehatan Provinsi Jawa Timur
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2013). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2012*. Surabaya: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.
- Direktorat Bina Gizi (2013). *Standar Antropometri Penilaian Status Gizi Anak*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI Direktorat Jendral Bina Gizi dan Kesehatan Ibu dan Anak.
- Direktorat Jendral Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan (2013). *Strategi Nasional Pengendalian*

- Tuberkulosis di Indonesia 2010-2014*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI Direktorat Jendral Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan.
- Dwikentarti, F. (2010). *Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penyakit Tuberculosis pada Pasien dengan Regresi Logistik Multinomial*. Semarang: Tugas Akhir Jurusan Statistika Universitas Diponegoro.
- Entjang, I. (2000). *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti.
- Famoye, F., Wulu, J. T., & Singh, K. P. (2004). On The Generalizes Poisson Regression Model with an Application to Accident Data. *Journal of Data Science 2* , 287-295.
- Fatimah, S. (2008). *Faktor Kesehatan Lingkungan Rumah yang Berhubungan dengan Kejadian TB Paru di Kabupaten Cilacap*. Semarang: Thesis Jurusan Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro.
- Fotheringham, A. S., Brudson, C., & Charlton, M. (2002). *Geographically Weighted Regression : the Analysis of Spatial Varying Relationship*. Chichester: Wiley.
- Hasyim, M. (2010). *Pemodelan Angka Kejadian Penyakit Infeksi Tuberculosis Paru (TB Paru) di Kabupaten Sorong Selatan (Provinsi Papua Barat) dengan Pendekatan Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS)*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA-ITS Surabaya.
- Hocking, R. (1996). *Methods and Applications of Linear Models*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Kementerian Kesehatan RI (2011). *Strategi Nasional Pengendalian Tuberculosis di Indonesia 2010-2014*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI Direktorat Jendral Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan.
- Lesage, J. P. (1998). *Spatial Econometrics*. Department of Economics University of Toledo.
- Manalu, H. S. (2010). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian TB Paru dan Upaya Penanggulangannya. *Jurnal Ekologi Kesehatan Vol.9, No.4*, 1340-1346.

- McCullagh, P., & Nelder, J. A. (1989). *Generalized Linear Models Second Edition*. London: Chapman & Hall.
- Muniroh, N., Aisah, S., & Mifbakhuddin. (2013). Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Penyembuhan Penyakit Tuberkulosis (TBC) Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Mangkang Semarang Barat. *Jurnal Keperawatan Komunitas*. Vol 1, No.1, 33-42.
- Myers, R. (1990). *Classical and Modern Regression With Applications, second edition*. Boston: PWS-KENT Publishing Company.
- Nakaya, T., Fotheringham, A.S., Brudson, C., & Charlton, M. (2005). Geographically Weighted Poisson Regression for Disease Association Mapping. *Statistics in Medicine*, Vol 24, 2695-2717.
- Notoatmodjo, S. (2003). *Ilmu Kesehatan Masyarakat, Prinsip-prinsip Dasar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Samik, W. (1994). *Dasar Biologis dan Klinis Penyakit Infeksi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Walpole, R. E. (1982). *Pengantar Statistika, edisi 3*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Halaman ini sengaja dikosongkan

TENTANG PENULIS



Rida Dwi Lestari atau yang lebih akrab disapa “Rida” merupakan anak bungsu dari dua bersaudara yang lahir 22 tahun silam di Kabupaten Jember, tepatnya tanggal 1 Maret 1992. Pendidikan formal yang pernah ditempuh antara lain TK Dharma Wanita, SDN Padomasan V, SMPN 1 Kencong, dan SMAN 2 Jember. Pada tahun 2010, penulis mengikuti ujian masuk Perguruan Tinggi Negeri (PTN) melalui jalur SNMPTN dan diterima di S1 Statistika ITS dan terdaftar dengan NRP 1310 100 086 dan lulus pada tahun 2014 dengan laporan Tugas Akhir “Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kasus Penyakit Tuberkulosis di Jawa Timur dengan Pendekatan *Generalized Poisson Regression* (GPR) dan *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR)”. Semasa kuliah, penulis aktif dalam kegiatan organisasi dan kepanitiaan. Organisasi yang pernah diikuti oleh penulis adalah HIMASTA-ITS dan BEM FMIPA-ITS. Kepanitiaan yang pernah diikuti oleh penulis adalah BCS, FIA, IHT ESQ ITS. Penulis berharap kepada pembaca untuk memberikan masukan berupa kritik dan saran yang membangun, serta bagi yang ingin berdiskusi lebih lanjut dengan penulis terkait Tugas Akhir ini dapat mengirim email ke alamat Ridadwilestari@gmail.com.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Jumlah Kasus Tuberkulosis dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi di Jawa Timur 2012	81
Lampiran 2.	Koordinat Lintang (u) dan Bujur (v) Setiap Kabupaten/Kota di Jawa Timur	84
Lampiran 3.	Hasil Analisis Regresi Poisson Menggunakan <i>Software GWR 4</i>	85
Lampiran 4.	Uji Dependensi Spasial dengan R	86
Lampiran 5.	Program R dan Hasil <i>Bandwidth</i> dengan Fungsi Kernel Gauss	87
Lampiran 6.	Matriks Pembobot Fungsi Kernel Gauss dengan <i>Bandwidth</i> Optimum Untuk Setiap Kabupaten/Kota di Jawa Timur.....	88
Lampiran 7.	Hasil Pengujian Model GWPR dengan Pembobot Fungsi Kernel Gauss Menggunakan <i>Software GWR 4</i>	89
Lampiran 8.	Estimasi Parameter Model GWPR dengan Pembobot Fungsi Kernel Gauss.....	91
Lampiran 9.	Program SAS untuk Penaksiran Parameter Model <i>Generalized Poisson Regression</i> (GPR)	96
Lampiran 10.	Hasil Analisis Model (GPR) Menggunakan Program SAS	97
Lampiran 11.	Hasil Analisis Model (GPR) Hanya Menggunakan Variabel X_4 dan X_8 dengan Program SAS	98

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Lampiran 1 Jumlah Kasus Tuberkulosis dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi di Jawa Timur

No.	Kabupaten/Kota	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
1	Pacitan	245	47,900	0,008	0,920	49,185
2	Ponorogo	747	50,110	0,011	0,540	50,074
3	Trenggalek	563	61,360	0,014	0,550	51,683
4	Tulungagung	766	61,330	0,059	0,410	51,849
5	Blitar	696	2,190	0,042	0,920	50,493
6	Kediri	1253	4,150	0,026	1,280	52,791
7	Malang	1606	78,290	0,032	0,810	53,557
8	Lumajang	1123	76,360	0,010	0,680	52,856
9	Jember	3225	59,740	0,040	0,210	53,144
10	Banyuwangi	1703	78,750	0,082	0,870	52,248
11	Bondowoso	802	44,910	0,017	1,710	52,668
12	Situbondo	793	65,860	0,013	1,850	54,452
13	Probolinggo	1222	55,330	0,026	3,370	54,348
14	Pasuruan	1867	14,790	0,025	2,000	57,456
15	Sidoarjo	1625	100,000	0,046	1,240	59,181
16	Mojokerto	1031	60,568	0,028	1,650	55,821
17	Jombang	1154	30,280	0,026	0,580	53,895
18	Nganjuk	1037	55,430	0,025	1,320	52,509
19	Madiun	903	70,020	0,036	1,360	49,753
20	Magetan	624	69,120	0,022	0,600	48,407
21	Ngawi	654	61,340	0,010	3,700	50,347
22	Bojonegoro	1183	68,370	0,016	1,180	53,601
23	Tuban	853	55,780	0,008	0,960	54,989
24	Lamongan	1568	78,490	0,034	0,650	52,764
25	Gresik	1441	71,100	0,022	1,240	56,929
26	Bangkalan	1192	66,970	0,006	0,420	52,523
27	Sampang	981	22,460	0,006	2,010	54,475
28	Pamekasan	1069	38,610	0,002	1,910	56,650
29	Sumenep	1790	20,970	0,005	1,420	54,651
30	K. Kediri	531	79,820	0,087	1,020	56,358
31	K. Blitar	242	77,320	0,032	0,630	53,562
32	K. Malang	1459	86,200	0,192	0,500	58,667
33	K. Probolinggo	370	55,860	0,019	1,080	55,602
34	K. Pasuruan	302	79,910	0,021	1,600	56,276
35	K. Mojokerto	193	83,550	0,232	1,520	55,553
36	K. Madiun	248	93,360	0,237	0,600	53,210
37	K. Surabaya	4212	88,510	0,139	1,460	59,833
38	K. Batu	199	86,470	0,022	0,780	55,246

Lampiran 1 Jumlah Kasus Tuberkulosis dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi di Jawa Timur (Lanjutan)

No.	Kabupaten/Kota	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
1	Pacitan	7,657	17,225	54,810	32,050	49,890
2	Ponorogo	7,642	11,707	35,090	59,910	61,170
3	Trenggalek	13,527	14,141	34,350	47,260	60,540
4	Tulungagung	16,344	9,340	35,320	70,650	57,800
5	Blitar	9,100	10,679	49,630	12,900	65,180
6	Kediri	7,223	13,622	64,890	26,680	56,460
7	Malang	3,604	10,960	57,250	22,430	70,550
8	Lumajang	6,101	12,330	40,520	66,570	76,550
9	Jember	3,393	11,726	63,800	24,210	80,020
10	Banyuwangi	11,297	9,911	38,630	42,490	73,760
11	Bondowoso	8,389	15,712	14,550	50,360	38,390
12	Situbondo	10,575	14,238	18,860	20,900	53,070
13	Probolinggo	9,680	22,040	20,050	36,000	38,290
14	Pasuruan	12,189	11,472	38,590	35,370	64,050
15	Sidoarjo	2,721	6,386	56,930	100,000	68,630
16	Mojokerto	7,411	10,610	37,550	52,750	72,370
17	Jombang	4,966	12,147	45,310	64,130	77,690
18	Nganjuk	8,829	13,135	30,910	50,550	50,530
19	Madiun	9,979	13,626	46,920	59,000	69,270
20	Magetan	8,333	11,444	64,570	47,180	73,930
21	Ngawi	6,645	15,961	62,320	70,110	62,700
22	Bojonegoro	6,789	16,570	43,490	79,910	77,370
23	Taban	6,466	17,731	53,670	64,150	64,960
24	Lamongan	7,513	16,419	45,540	49,550	84,460
25	Gresik	11,086	14,199	54,840	63,780	87,170
26	Bangkalan	7,657	17,225	54,810	32,050	49,890
27	Sampang	7,642	11,707	35,090	59,910	61,170
28	Pamekasan	13,527	14,141	34,350	47,260	60,540
29	Sumenep	16,344	9,340	35,320	70,650	57,800
30	K. Kediri	9,100	10,679	49,630	12,900	65,180
31	K. Blitar	7,223	13,622	64,890	26,680	56,460
32	K. Malang	3,604	10,960	57,250	22,430	70,550
33	K. Probolinggo	6,101	12,330	40,520	66,570	76,550
34	K. Pasuruan	3,393	11,726	63,800	24,210	80,020
35	K. Mojokerto	11,297	9,911	38,630	42,490	73,760
36	K. Madiun	8,389	15,712	14,550	50,360	38,390
37	K. Surabaya	10,575	14,238	18,860	20,900	53,070
38	K. Batu	9,680	22,040	20,050	36,000	38,290

Keterangan :

- Y : Jumlah kasus penyakit tuberkulosis
- X₁ : Persentase keluarga dengan kepemilikan sarana sanitasi dasar sehat
- X₂ : Persentase penderita HIV
- X₃ : Persentase gizi buruk masyarakat
- X₄ : Persentase penduduk usia produktif
- X₅ : Persentase tenaga kesehatan terdidik tuberkulosis
- X₆ : Persentase penduduk miskin
- X₇ : Persentase Rumah Tangga Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS)
- X₈ : Persentase Tempat Umum dan Pengelolaan Makanan (TUPM) Sehat
- X₉ : Persentase rumah sehat

Lampiran 2 Koordinat Lintang (u) dan Bujur (v) di Tiap Kabupaten/
Kota di Jawa Timur

Kab/Kota	u	v	Kab/Kota	U	v
Pacitan	8,11	111,06	Magetan	7,39	111,19
Ponorogo	7,52	111,57	Ngawi	7,24	111,26
Trenggalek	8,02	111,42	Bojonegoro	7,09	111,53
Tulungagung	8,03	111,53	Tuban	6,52	112,01
Blitar	8,03	112,00	Lamongan	7,07	112,24
Kediri	7,47	112,03	Gresik	7,09	112,24
Malang	7,59	112,37	Bangkalan	7,02	112,44
Lumajang	8,08	113,13	Sampang	7,12	113,15
Jember	8,16	113,32	Pamekasan	7,10	113,28
Banyuwangi	8,10	114,21	Sumenep	7,00	113,51
Bondowoso	7,54	113,49	K. Kediri	7,49	112,00
Situbondo	7,43	113,56	K. Blitar	8,04	112,09
Probolinggo	7,57	112,92	K. Malang	7,58	112,38
Pasuruan	7,47	112,74	K. Probolinggo	7,45	113,12
Sidoarjo	7,27	112,42	K. Pasuruan	7,38	112,54
Mojokerto	7,32	112,28	K. Mojokerto	7,28	112,25
Jombang	7,32	112,13	K. Madiun	7,37	111,30
Nganjuk	7,36	111,53	K. Surabaya	7,14	112,44
Madiun	7,34	111,26	K. Batu	7,51	112,31

Lampiran 3 Hasil Analisis Regresi Poisson Menggunakan *Software GWR 4*

```

*****
Global regression result
*****
< Diagnostic information >
Number of parameters:      10
Deviance:                  9123.902805
Classic AIC:               9143.902805
AICc:                      9152.050953
BIC/MDL:                  9160.278666
Percent deviance explained 0.499263

Variable  Estimate  Standard Error  z(Est/SE)  Exp(Est)
-----  -
Intercept 6.887128  0.005453       1263.0906  979.583
x1        0.128191  0.007056       18.168321  1.136770
x2        0.000422  0.007364       0.057283   1.000422
x3       -0.083077  0.007641      -10.873210  0.920280
x4        0.342063  0.006072       56.337160  1.407849
x5        0.185949  0.006738       27.596459  1.204361
x6        0.112099  0.006998       16.018521  1.118623
x7        0.245864  0.006288       39.102444  1.278725
x8       -0.315941  0.005702      -55.411098  0.729103
x9        0.018150  0.008387       2.164146   1.018316

```

Lampiran 4 Uji Dependensi Spasial Menggunakan Program R

Uji Breusch-Pagan :

```
TA=read.table("F://TA.txt",header=TRUE)
library(lmtest)
depen=lm(y~x1+x2+x3+x4+x5+x6+x7+x8+x9, data=TA)
bptest(depen)
```

Uji MORANS I:

```
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)
```

*****Hasil pengujian*****

studentized Breusch-Pagan test

data: depen

BP = 18.8523, df = 9, p-value = 0.02648

Moran's I :

\$observed

[1] 0.03426619

\$expected

[1] -0.02702703

\$sd

[1] 0.04633904

\$p.value

[1] 0.1859311

Lampiran 5 Program R dan Hasil Bandwidth dengan Fungsi Kernel Gauss

```

library(spgwr)
TA=read.table("E://TA.txt",header=TRUE)
TA.lm <- lm(y~ x1+x2+x3+x4+x5+x6+x7+x8+x9, data=TA)
summary(TA.lm)
TA.bw.Gauss <- gwr.sel(y~x1+x2+x3+x4+x5+x6+x7+x8+x9, data=TA,
coords=cbind(TA$u, TA$v), gweight=gwr.Gauss)
Bandwidth: 1.358691 CV score: 24015590
Bandwidth: 2.196213 CV score: 23792981
Bandwidth: 2.71383 CV score: 23787295
Bandwidth: 2.484232 CV score: 23787253
Bandwidth: 2.596672 CV score: 23786954
Bandwidth: 2.595254 CV score: 23786954
Bandwidth: 2.58903 CV score: 23786952
Bandwidth: 2.549 CV score: 23786992
Bandwidth: 2.588175 CV score: 23786952
Bandwidth: 2.588216 CV score: 23786952
Bandwidth: 2.588257 CV score: 23786952
Bandwidth: 2.588216 CV score: 23786952
TA.Gauss <- gwr(y~x1+x2+x3+x4+x5+x6+x7+x8+x9, data=TA,
  coords=cbind(TA$u, TA$v), bandwidth=TA.bw.Gauss,
  hatmatrix=TRUE)
TA.Gauss
Call:
gwr(formula = y ~ x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 + x8 + x9,
  data = TA, coords = cbind(TA$u, TA$v), bandwidth = TA.bw.Gauss,
  hatmatrix = TRUE)
Kernel function: gwr.Gauss
Fixed bandwidth: 2.588216

```

Lampiran 6 Matriks Pembobot Fungsi Kernel Gauss dengan *Bandwidth* Optimum untuk Setiap Kabupaten/Kota di Jawa Timur

Matriks diagonal pembobot untuk Kabupaten Pacitan

$$W(u_1, v_1) = \text{diag}[1,000; 0,956; 0,990; 0,983; 0,936; 0,904; 0,862; 0,726; 0,683; 0,477; 0,628; 0,606; 0,756; 0,786; 0,826; 0,854; 0,876; 0,943; 0,954; 0,961; 0,942; 0,910; 0,774; 0,831; 0,834; 0,794; 0,671; 0,641; 0,583; 0,910; 0,924; 0,860; 0,705; 0,816; 0,855; 0,956; 0,809; 0,866]$$

.
.
.

Matriks diagonal pembobot untuk Kota Surabaya

$$W(u_{37}, v_{37}) = \text{diag}[0,809; 0,935; 0,873; 0,886; 0,929; 0,980; 0,985; 0,903; 0,873; 0,739; 0,910; 0,905; 0,969; 0,985; 0,999; 0,996; 0,990; 0,937; 0,899; 0,886; 0,901; 0,940; 0,958; 0,997; 0,997; 0,999; 0,963; 0,949; 0,917; 0,977; 0,933; 0,985; 0,959; 0,995; 0,996; 0,904; 1,000; 0,989]$$

Matriks diagonal pembobot untuk Kota Batu

$$W(u_{38}, v_{38}) = \text{diag}[0,869; 0,960; 0,924; 0,937; 0,973; 0,994; 0,999; 0,928; 0,898; 0,744; 0,901; 0,889; 0,972; 0,986; 0,995; 0,997; 0,995; 0,954; 0,919; 0,910; 0,916; 0,943; 0,923; 0,985; 0,987; 0,981; 0,938; 0,921; 0,881; 0,993; 0,976; 0,999; 0,952; 0,995; 0,996; 0,925; 0,989; 1,000]$$

Lampiran 7 Hasil Pengujian Model GWPR dengan Pembobot Fungsi Kernel Gauss Menggunakan *Software GWR 4*

```

*****
GWR (Geographically weighted regression) result
*****
Bandwidth and geographic ranges
Bandwidth size:          0.600354
Coordinate              Min      Max      Range
-----
X-coord                111.060000  114.210000  3.150000
Y-coord                 6.520000   8.160000   1.640000

Diagnostic information
Effective number of parameters (model: trace(S)):          20.269048
Effective number of parameters (variance: trace(S'WSW^-1)): 16.537387
Degree of freedom (model: n - trace(S)):                  17.730952
Degree of freedom (residual: n - 2trace(S) + trace(S'WSW^-1)): 13.999290
Deviance:          5074.920811
Classic AIC:       5115.458907
AICc:              5166.992541
BIC/MDL:          5148.651220
Percent deviance explained 0.721479
*****
<< Geographically varying coefficients >>
*****
Estimates of varying coefficients have been saved in the following file.
Listwise output file: C:\Users\asus123\Documents\TA\olah data\gwrpr\fix gauss.csv
Summary statistics for varying coefficients
Variable              Mean      STD
-----
Intercept            6.738542  0.207304
x1                   0.094986  0.081808
x2                   0.038053  0.091374
x3                   -0.139834 0.108181
x4                   0.365284  0.130694
x5                   0.180437  0.063553
x6                   0.145409  0.086055
x7                   0.244241  0.103425
x8                   -0.268621 0.056211
x9                   -0.107366 0.115002

Variable              Min      Max      Range
-----
Intercept            6.830479  7.311772  0.481293
x1                   -0.263875 0.192311  0.456186
x2                   -0.130754 0.318474  0.449228
x3                   -0.299979 0.100761  0.400740
x4                   -0.195178 0.487890  0.683068
x5                   -0.040052 0.285455  0.325507
x6                   -0.163214 0.272289  0.435503
x7                   0.017224  0.396153  0.378929
x8                   -0.356311 -0.072755 0.283556
x9                   -0.251284 0.177759  0.429043

```

Lampiran 7 Hasil Pengujian Model GWPR dengan Pembobot Fungsi
Kernel Gauss Menggunakan *Software GWR 4* (Lanjutan)

Variable	Lwr Quartile	Median	Upr Quartile
Intercept	6.846665	6.876807	6.980466
x1	0.038132	0.124474	0.151085
x2	-0.034745	0.024390	0.078489
x3	-0.242328	-0.172058	-0.007078
x4	0.330779	0.400319	0.466069
x5	0.139553	0.191632	0.233874
x6	0.090614	0.171215	0.207972
x7	0.147651	0.283068	0.316378
x8	-0.320604	-0.291814	-0.232921
x9	-0.229436	-0.124119	0.008445

Variable	Interquartile R	Robust STD
Intercept	0.133801	0.099186
x1	0.112953	0.083731
x2	0.113235	0.083940
x3	0.235250	0.174388
x4	0.135290	0.100289
x5	0.094321	0.069919
x6	0.117358	0.086996
x7	0.168727	0.125076
x8	0.087683	0.064998
x9	0.237881	0.176339

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

GWR Analysis of Deviance Table

Source	Deviance	DOF	Deviance/DOF
Global model	9123.903	28.000	325.854
GWR model	5074.921	28.000	362.513

Lampiran 8 Estimasi Parameter Model GWPR dengan Pembobot Fungsi Kernel Gauss

No.	Est β_0	Se β_0	Z _{hitung}	Est β_1	Se β_1	Z _{hitung}
1	6.850136	0.011393	601.2444	-0.06553	0.010356	-6.32739
2	6.942365	0.007274	954.3608	0.058773	0.00835	7.038872
3	6.878036	0.008562	803.3411	-0.0029	0.009108	-0.31833
4	6.875578	0.007883	872.2136	0.014332	0.008852	1.619116
5	6.848952	0.006225	1100.196	0.073992	0.008129	9.102102
6	6.874694	0.006179	1112.523	0.108545	0.007932	13.68469
7	6.833946	0.006387	1069.943	0.139352	0.007769	17.93746
8	7.061876	0.009274	761.478	0.182268	0.008391	21.72301
9	7.149056	0.010661	670.564	0.125415	0.009254	13.55252
10	7.311772	0.015095	484.3916	-0.26388	0.017259	-15.2894
11	7.079244	0.010433	678.5677	0.040244	0.011007	3.656358
12	7.077179	0.010879	650.5442	0.01735	0.011592	1.496728
13	6.892354	0.007577	909.7002	0.192311	0.0084	22.89538
14	6.847982	0.007205	950.4033	0.189205	0.008194	23.091
15	6.832583	0.006703	1019.321	0.155841	0.00809	19.26326
16	6.843621	0.006405	1068.504	0.138023	0.008002	17.24767
17	6.863401	0.006257	1096.985	0.123534	0.008029	15.38666
18	6.961721	0.007493	929.1093	0.065706	0.00846	7.766369
19	6.986953	0.008784	795.3862	0.022952	0.008996	2.551318
20	6.983068	0.009136	764.325	0.004691	0.009184	0.510817
21	6.999121	0.008795	795.7981	0.031798	0.009047	3.514966
22	6.9803	0.007643	913.2933	0.082678	0.00879	9.405691
23	6.892963	0.007007	983.6766	0.128881	0.009458	13.62663
24	6.851993	0.006544	1047.063	0.139956	0.008349	16.76232
25	6.851749	0.006526	1049.846	0.139596	0.008319	16.78015
26	6.831955	0.007007	975.0701	0.162013	0.008415	19.25301
27	6.86892	0.008621	796.7906	0.176859	0.009484	18.64834
28	6.894676	0.009166	752.2308	0.1495	0.009956	15.01624
29	6.941644	0.010662	651.0852	0.085532	0.011162	7.662993
30	6.878835	0.006186	1112.067	0.104993	0.007937	13.22905
31	6.84207	0.00621	1101.747	0.083201	0.008054	10.33081
32	6.833618	0.006407	1066.559	0.141098	0.007776	18.14538
33	6.923515	0.008259	838.3404	0.169428	0.009055	18.71123
34	6.830479	0.00686	995.6612	0.168988	0.008043	21.01159
35	6.847679	0.006391	1071.524	0.136053	0.008052	16.89592
36	6.980962	0.008588	812.869	0.027687	0.008892	3.113823
37	6.831662	0.006877	993.4261	0.160621	0.008261	19.44367
38	6.838072	0.006335	1079.458	0.134843	0.007818	17.24737

Lampiran 8 Estimasi Parameter Model GWPR dengan Pembobot Fungsi Kernel Gauss (Lanjutan)

No.	Est β_2	Se β_2	Z _{hitung}	Est β_3	Se β_3	Z _{hitung}
1	-0.13075	0.012456	-10.4974	0.100761	0.011988	8.405017
2	-0.03321	0.008357	-3.97447	-0.00926	0.009164	-1.01043
3	-0.05878	0.00953	-6.16732	0.045947	0.010098	4.549982
4	-0.03934	0.008972	-4.38482	0.018342	0.009576	1.915437
5	0.010063	0.007975	1.261864	-0.14155	0.008909	-15.8884
6	0.012533	0.007823	1.602005	-0.12977	0.008574	-15.1343
7	0.029166	0.007996	3.647514	-0.21427	0.009821	-21.8179
8	0.093994	0.009183	10.23536	-0.29998	0.013722	-21.8617
9	0.138211	0.010418	13.26663	-0.27124	0.015283	-17.7471
10	0.318474	0.024083	13.22391	-0.10882	0.019193	-5.66962
11	0.207952	0.01016	20.46828	-0.24295	0.015617	-15.5567
12	0.232264	0.01059	21.93154	-0.24398	0.015974	-15.2734
13	0.073321	0.008376	8.753982	-0.26688	0.012076	-22.099
14	0.055381	0.008218	6.738597	-0.25225	0.011289	-22.3456
15	0.033353	0.008062	4.137162	-0.2052	0.009997	-20.5261
16	0.025345	0.007979	3.176394	-0.18179	0.009382	-19.3772
17	0.016999	0.007906	2.150142	-0.14709	0.008811	-16.6942
18	-0.04026	0.008502	-4.73598	-0.00053	0.009326	-0.05708
19	-0.09274	0.010012	-9.26312	0.043737	0.010464	4.179635
20	-0.10937	0.010567	-10.3502	0.0537	0.010785	4.979319
21	-0.09187	0.010001	-9.18604	0.042961	0.010455	4.10903
22	-0.04352	0.008574	-5.07523	0.007782	0.00947	0.821763
23	-0.01288	0.008346	-1.54366	-0.03875	0.009448	-4.10159
24	0.020446	0.008055	2.538454	-0.15478	0.009243	-16.7465
25	0.020748	0.008046	2.578878	-0.15644	0.009237	-16.9373
26	0.03301	0.008156	4.047272	-0.19237	0.010105	-19.0363
27	0.107224	0.00865	12.39648	-0.24212	0.013278	-18.2348
28	0.134911	0.008901	15.15609	-0.24435	0.014043	-17.3999
29	0.204279	0.009748	20.95676	-0.25292	0.015432	-16.3895
30	0.010873	0.007811	1.391959	-0.12257	0.008528	-14.3735
31	0.013463	0.007995	1.683887	-0.17137	0.009142	-18.7451
32	0.029757	0.008002	3.718734	-0.21552	0.009861	-21.8567
33	0.10518	0.008607	12.22091	-0.25757	0.013163	-19.5676
34	0.040848	0.008103	5.041423	-0.22865	0.01051	-21.7553
35	0.023434	0.007976	2.937912	-0.17275	0.009253	-18.6685
36	-0.08421	0.009735	-8.64998	0.038685	0.010297	3.756939
37	0.034049	0.00811	4.198361	-0.20043	0.010087	-19.8697
38	0.026903	0.007961	3.379283	-0.19872	0.009542	-20.8265

Lampiran 8 Estimasi Parameter Model GWPR dengan Pembobot Fungsi Kernel Gauss (Lanjutan)

No.	Est β_4	Se β_4	Z _{hitung}	Est β_5	Se β_5	Z _{hitung}
1	0.319431	0.010275	31.08725	0.170964	0.011589	14.75262
2	0.38269	0.007508	50.97184	0.13311	0.00851	15.64176
3	0.375441	0.008677	43.26811	0.17079	0.010132	16.85643
4	0.392916	0.00834	47.11392	0.169609	0.009732	17.42746
5	0.467823	0.007812	59.88717	0.167434	0.008302	20.16869
6	0.446816	0.006955	64.24426	0.177062	0.007984	22.17682
7	0.48789	0.007787	62.6571	0.227557	0.007939	28.66398
8	0.250349	0.010515	23.80839	0.255446	0.008769	29.13136
9	0.131377	0.011681	11.24666	0.199611	0.009952	20.05682
10	-0.19518	0.018166	-10.7443	-0.04005	0.014349	-2.79134
11	0.169176	0.012117	13.962	0.154357	0.010718	14.40172
12	0.170763	0.012701	13.44529	0.141701	0.011093	12.77389
13	0.410067	0.009357	43.82491	0.285455	0.008996	31.73054
14	0.460697	0.00889	51.81964	0.284208	0.008735	32.53689
15	0.477754	0.007905	60.43873	0.239135	0.008505	28.11825
16	0.46972	0.007437	63.16242	0.215569	0.008288	26.00857
17	0.450946	0.007062	63.85718	0.19108	0.008211	23.27227
18	0.369248	0.007502	49.22152	0.123929	0.008498	14.58256
19	0.331879	0.008359	39.70415	0.110694	0.009199	12.03346
20	0.323514	0.008682	37.26347	0.111729	0.009526	11.72929
21	0.327478	0.008253	39.67988	0.104569	0.009106	11.48343
22	0.350331	0.007444	47.06126	0.113092	0.008752	12.92119
23	0.349049	0.007634	45.72182	0.120366	0.010483	11.48207
24	0.446187	0.007394	60.34766	0.200987	0.008798	22.84396
25	0.447904	0.007383	60.6631	0.201953	0.008752	23.07426
26	0.465484	0.008081	57.59887	0.233244	0.00898	25.97412
27	0.407723	0.010653	38.27242	0.259566	0.010316	25.16071
28	0.376373	0.011353	33.15234	0.235764	0.010638	22.16253
29	0.325834	0.013046	24.9759	0.192183	0.011363	16.91318
30	0.443597	0.006942	63.89719	0.172963	0.007973	21.6939
31	0.480539	0.007954	60.41135	0.1715	0.008168	20.99538
32	0.48785	0.007811	62.4592	0.229617	0.007958	28.8552
33	0.359273	0.010083	35.63236	0.259596	0.009686	26.80092
34	0.48218	0.008294	58.13545	0.260322	0.008472	30.72832
35	0.463813	0.007352	63.08344	0.209891	0.008347	25.14704
36	0.338738	0.00825	41.058	0.113985	0.009106	12.51743
37	0.47239	0.008021	58.89309	0.23879	0.008767	27.2387
38	0.482155	0.007562	63.76297	0.219781	0.008	27.47254

Lampiran 8 Estimasi Parameter Model GWPR dengan Pembobot Fungsi Kernel Gauss (Lanjutan)

No.	Est β_6	Se β_6	Z _{hitung}	Est β_7	Se β_7	Z _{hitung}
1	0.031733	0.018921	1.677115	0.075661	0.014179	5.336062
2	0.228078	0.010063	22.66488	0.138188	0.008932	15.4707
3	0.152622	0.014211	10.74005	0.127772	0.010658	11.98813
4	0.184112	0.01311	14.0438	0.150805	0.010007	15.07057
5	0.268489	0.009322	28.80249	0.246424	0.008546	28.83362
6	0.232242	0.007985	29.08349	0.256405	0.008075	31.75128
7	0.209585	0.007546	27.77373	0.31516	0.007805	40.37921
8	0.091878	0.008501	10.80844	0.396153	0.007387	53.6259
9	0.038826	0.008961	4.332591	0.394756	0.007914	49.87876
10	-0.16321	0.0125	-13.0573	0.270318	0.011066	24.42816
11	-0.01165	0.009236	-1.26111	0.323035	0.008715	37.06682
12	-0.01898	0.009493	-1.99902	0.304388	0.009079	33.52497
13	0.114071	0.008013	14.23583	0.36459	0.007109	51.28558
14	0.144091	0.007776	18.53019	0.352553	0.007165	49.20719
15	0.180617	0.007581	23.82464	0.316311	0.007597	41.63389
16	0.198705	0.0076	26.14702	0.298929	0.007825	38.20408
17	0.211464	0.00778	27.17923	0.273619	0.00798	34.28827
18	0.21928	0.010014	21.89768	0.119539	0.009006	13.27397
19	0.16605	0.011972	13.87042	0.034687	0.010329	3.358381
20	0.144192	0.012872	11.20188	0.017224	0.010825	1.591131
21	0.166909	0.011662	14.31202	0.026417	0.010313	2.5616
22	0.19734	0.010028	19.67946	0.101143	0.009123	11.08687
23	0.130904	0.009521	13.74966	0.183945	0.00871	21.1199
24	0.181622	0.007825	23.2105	0.281932	0.007835	35.98249
25	0.183303	0.007803	23.49023	0.283093	0.007837	36.12245
26	0.164173	0.00778	21.10225	0.305751	0.007462	40.9736
27	0.086822	0.008597	10.09939	0.325268	0.008009	40.61256
28	0.068141	0.008838	7.709725	0.313944	0.008488	36.98744
29	0.037454	0.009441	3.967241	0.283043	0.009363	30.23089
30	0.235802	0.008071	29.21625	0.250159	0.008103	30.87304
31	0.272289	0.00896	30.39062	0.262103	0.008457	30.99396
32	0.207434	0.007537	27.52211	0.316582	0.007787	40.65289
33	0.076001	0.008375	9.07463	0.352045	0.007529	46.75899
34	0.171538	0.007583	22.62209	0.33317	0.007435	44.80984
35	0.19825	0.007643	25.93965	0.293116	0.007853	37.3275
36	0.175701	0.011722	14.98931	0.049373	0.010105	4.886252
37	0.170891	0.007675	22.26502	0.312794	0.007507	41.66443
38	0.210512	0.00756	27.84399	0.30641	0.007845	39.05822

Lampiran 8 Estimasi Parameter Model GWPR dengan Pembobot Fungsi Kernel Gauss (Lanjutan)

No.	Est β_8	Se β_8	Z _{hitung}	Est β_9	Se β_9	Z _{hitung}
1	-0.07276	0.011311	-6.43229	0.177759	0.015113	11.76206
2	-0.20576	0.007067	-29.1168	0.0021	0.010177	0.206358
3	-0.14522	0.008731	-16.6336	0.088034	0.011888	7.405467
4	-0.16418	0.008299	-19.7829	0.055875	0.011385	4.907833
5	-0.23904	0.00726	-32.9259	-0.07439	0.010381	-7.16549
6	-0.25786	0.006695	-38.5182	-0.1024	0.009788	-10.4615
7	-0.29663	0.006709	-44.2122	-0.16768	0.009992	-16.7818
8	-0.35631	0.007951	-44.8114	-0.25032	0.012868	-19.4532
9	-0.33379	0.009535	-35.007	-0.2433	0.014982	-16.2387
10	-0.23813	0.014016	-16.9902	-0.0961	0.020992	-4.57792
11	-0.30934	0.009175	-33.7173	-0.24327	0.014727	-16.5188
12	-0.29588	0.009577	-30.8938	-0.24235	0.015037	-16.1175
13	-0.35018	0.006591	-53.1318	-0.24903	0.011019	-22.5998
14	-0.33874	0.006607	-51.2719	-0.22801	0.010495	-21.7266
15	-0.31002	0.006777	-45.7464	-0.16503	0.010168	-16.2295
16	-0.29267	0.006754	-43.3327	-0.14206	0.010025	-14.1702
17	-0.27608	0.006723	-41.0644	-0.11451	0.009922	-11.541
18	-0.21729	0.007078	-30.6987	0.007109	0.010196	0.697181
19	-0.19	0.008036	-23.6424	0.09458	0.010935	8.649381
20	-0.17365	0.008448	-20.556	0.123278	0.011313	10.89687
21	-0.20427	0.008003	-25.5236	0.090288	0.01088	8.298224
22	-0.24716	0.007168	-34.4817	0.012455	0.010544	1.181199
23	-0.32314	0.007336	-44.0462	0.025167	0.012099	2.080127
24	-0.3003	0.006832	-43.9544	-0.11144	0.010258	-10.8642
25	-0.29921	0.006823	-43.85	-0.11381	0.010231	-11.1239
26	-0.32131	0.006874	-46.742	-0.14459	0.010344	-13.9784
27	-0.34112	0.007041	-48.4487	-0.23372	0.012134	-19.2616
28	-0.32852	0.007476	-43.9455	-0.23907	0.012735	-18.7733
29	-0.29035	0.008867	-32.7447	-0.24741	0.013838	-17.8789
30	-0.25355	0.006695	-37.8711	-0.09708	0.009778	-9.92808
31	-0.25304	0.007182	-35.2326	-0.0938	0.010375	-9.04136
32	-0.29808	0.006708	-44.4374	-0.16954	0.010001	-16.952
33	-0.34765	0.006931	-50.1548	-0.25128	0.012007	-20.9277
34	-0.32037	0.006718	-47.6866	-0.19356	0.010225	-18.9311
35	-0.29096	0.006759	-43.0442	-0.13373	0.010034	-13.3272
36	-0.19084	0.007866	-24.2626	0.081835	0.010817	7.565309
37	-0.31654	0.006824	-46.3837	-0.1576	0.010262	-15.3584
38	-0.29038	0.006722	-43.1955	-0.15553	0.009955	-15.6235

Lampiran 9 Program SAS untuk Penaksiran Parameter Model GPR

```

data GPR;
input y x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7 x8 x9;
datalines;
245 47.90 0.008 0.920 49.185 7.657 17.225 54.810 32.050 49.89
747 50.11 0.011 0.540 50.074 7.642 11.707 35.090 59.910 61.17
.
.
.
4212 88.51 0.139 1.460 59.833 2.021 6.204 62.970 31.540 80.99
199 86.47 0.022 0.780 55.246 0.391 4.415 31.480 46.920 67.80
;
run;
/*Generalized Poisson Regression Model*/
title 'model GPR';
proc nlmixed data=GPR start hess tech=newwrap;
parms a0=0 a1=0 a2=0 a3=0 a4=0 a5=0 a6=0 a7=0 a8=0 a9=0 teta=0;
eta=a0+a1*x1+a2*x2+a3*x3+a4*x4+a5*x5+a6*x6+a7*x7+a8*x8+a9*
x9;
lambda=exp(eta);
ll=y*log(lambda/(1+teta*lambda))+(y-1)*log(1+teta*y)-
lambda*(1+teta*y)/(1+teta*lambda)-lgamma(y+1);
model y ~ general(ll);
run;

```

Lampiran 10 Hasil Analisis Model GPR Menggunakan SAS

Fit Statistics									
-2 Log Likelihood									
578.2									
AIC (smaller is better)									
600.2									
AICC (smaller is better)									
610.4									
BIC (smaller is better)									
618.2									
Parameter Estimates									
Parameter	Estimate	Standard Error	DF	z Value	Pr > z	Alpha	Lower	Upper	Gradient
a0	-2.0211	2.6686	38	-0.76	0.4535	0.05	-7.4234	3.3812	2.392E-8
a1	0.005164	0.005034	38	1.03	0.3114	0.05	-0.00503	0.01536	1.541E-6
a2	-1.8868	2.1548	38	-0.88	0.3868	0.05	-6.2490	2.4755	1.303E-9
a3	-0.1314	0.1753	38	-0.75	0.4581	0.05	-0.4864	0.2235	2.976E-8
a4	0.1407	0.04265	38	3.30	0.0021	0.05	0.05438	0.2271	1.348E-6
a5	0.09248	0.04975	38	1.86	0.0708	0.05	-0.00825	0.1932	1.596E-7
a6	0.03314	0.04045	38	0.82	0.4177	0.05	-0.04875	0.1150	2.926E-7
a7	0.01941	0.01125	38	1.73	0.0926	0.05	-0.00336	0.04218	1.078E-6
a8	-0.01113	0.005243	38	-2.12	0.0403	0.05	-0.02175	-0.00052	1.426E-6
a9	-0.00161	0.01196	38	-0.13	0.8938	0.05	-0.02581	0.02260	1.706E-6
teta	0.01773	0.002222	38	7.98	<.0001	0.05	0.01323	0.02223	9.733E-7

Lampiran 11 Hasil Analisis Model GPR Hanya Menggunakan Variabel X_4 dan X_8 dengan Program SAS

Fit Statistics									
				-2 Log Likelihood		588.5			
				AIC (smaller is better)		596.5			
				AICC (smaller is better)		597.8			
				BIC (smaller is better)		603.1			
Parameter Estimates									
Parameter	Estimate	Standard Error	DF	z Value	Pr > z	Alpha	Lower	Upper	Gradient
a0	2.6903	2.0915	38	1.29	0.2061	0.05	-1.5437	6.9243	4.435E-9
a4	0.09176	0.03996	38	2.30	0.0273	0.05	0.01086	0.1726	2.88E-7
a8	-0.01333	0.005882	38	-2.27	0.0292	0.05	-0.02524	-0.00142	2.571E-7
teta	0.02051	0.002547	38	8.05	<.0001	0.05	0.01535	0.02567	2.116E-7