PERBANDINGAN FUNGSI PEMBOBOT PADA MODEL *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION* (*GWNBR)* DALAM KASUS DEMAM BERDARAH *DENGUE* (DBD) DI KABUPATEN MOJOKERTO

SKRIPSI

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun Oleh

WARDATUL MAGHFIROH

NIM H72215034

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL

SURABAYA

2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Wardatul Maghfiroh

NIM : H72215034

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2015

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi yang berjudul "Perbandingan Fungsi Pembobot Pada Model *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (*GWNBR*) dalam Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kabupaten Mojokerto". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 08 Juli 2019

Yang menyatakan,

METERAI TEMPEL

0F7CBAFF897342352

6000

ENAM RIBU RUPIAH

(Wardatul Maghfiroh)

NIM H72215034

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

Skripsi oleh

NAMA : Wardatul Maghfiroh

NIM : H72215034

JUDUL : Perbandingan Fungsi Pembobot Pada Model *Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)* dalam Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kabupaten Mojokerto

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 04 Juli 2019

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
(Dian C. Rini Novitasari, M.Kom)	(Putroue Keumala Intan, M.Si)
NIP.198511242014032001	NIP. 198805282018012001

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi oleh

NAMA : Wardatul Maghfiroh

NIM : H72215034

JUDUL : Perbandingan Fungsi Pembobot Pada Model *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (*GWNBR*) dalam Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) Di KabupatenMojokerto

Telah dipertahankan di depan tim penguji skripsi

Pada hari Selasa Tanggal 09 Juli 2019

Penguji I	Penguji II
(Dian C. Rini Novitasari, M.Kom)	(Putroue Keumala Intan, M.Si)
NIP.198511242014032001	NIP. 198805282018012001
Penguji III	**Penguji IV**
(Yuniar Farida, MT)	(Nurissaidah Ulinnuha, M.Kom)
NIP.197905272014032002	NIP. 199011022014032004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Hj. Purwati, M.Ag

NIP.196512211990022001

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : WARDATUL MAGHFIROH
NIM : H72215034
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI
E-mail address : wardamaghfiroh 19.04@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
☑ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :
Perbandingan Fungsi Pemboboz Pada Model Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR) Dalam Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) Di Kabupaten Mojokerto

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 29 Juli 2019

Penulis

(WARDATUL MAGHFIROH)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

PERBANDINGAN FUNGSI PEMBOBOT PADA MODEL *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION* (*GWNBR)* DALAM KASUS DEMAM BERDARAH *DENGUE* (DBD) DI KABUPATEN MOJOKERTO

Menurut Data dan Informasi Kesehatan Indonesia, Jawa Timur merupakan provinsi kedua di Pulau Jawa dengan kasus DBD tertinggi. Dari 38 kabupaten/kota di Jawa Timur, Kabupaten Mojokerto termasuk dalam peringkat ke-4 tertinggi. Setiap tahun jumlah kasus DBD di kabupatentersebut semakin meningkat. Hal tersebut mereprentasikan bahwa masih banyak ditemukan vektor penular DBD di sekitar rumah penduduk. Agar menanggulangi kasus DBD, maka perlu diketahui faktor-faktor yang mempengaruhinya. Pada penelitian ini dilakukan pemodelan jumlah kasus DBD menggunakan metode *Geographically Weighted Binomial Negative Regression* (GWNBR). Dalam memodelkan menggunakan GWNBR diperlukan matriks pembobot. Untuk membentuk matriks pembobot diperlukan suatu fungsi pembobot. Pada penelitian ini membandingkan 6 jenis fungsi pembobot yang berbeda. Enam fungsi pembobot tersebut adalah *fixed bi-square, fixed gaussian, fixed tricube, adaptive bi-square, adapative gaussian,* dan *adaptive tricube*. Dalam membandingkan hasil model GWNBR dengan enam jenis fungsi pembobot yang berbeda digunakan nilai *devians*. Nilai *devians* paling kecil terdapat pada model GWNBR dengan fungsi *fixed gaussian kernel*, maka model dengan fungsi tersebut merupakan model yang paling baik. Hasil dari pemodelan dengan fungsi *fixed gaussian kernel* didapatkan 2 pengelompokkan berdasarkan variabel yang signifikan berpengaruh. Variabel yang berpengaruh signifikan pada setiap kecamatan di Kabupaten Mojokerto adalah variabel presentase rumah bebas jentik nyamuk *Aedes*, kepadatan penduduk, rasio tenaga medis (dokter umum), dan presentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS).

Kata kunci: DBD, *Geographically Weighted Binomial Negative Regression*, fungsi pembobot

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

COMPARISON OF KERNEL FUNCTION IN GEOGRAPHICALLY WEIGHTED NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION (GWNBR) MODEL IN A DENGUE HAEMORRHAGIC FEVER (DHF) CASE IN MOJOKERTO REGENCY

According to Indonesian Health Data and Information, East Java is the second province on Java Island with the highest DHF cases. Of the 38 districts / cities in East Java, Mojokerto district is ranked as the 4th highest. Every year the number of dengue cases in the district is increasing. This reflects that there are still many DHF transmitting vectors around the houses. In order to cope with dengue cases, it is necessary to know the factors that influence it. In this study modeling the number of dengue cases using the Geographically Weighted Binomial Negative Regression (GWNBR) method. In modeling using GWNBR, we use a weighting matrix. To form a weighting matrix a kernel function is needed. In this study comparing 6 different types of kernel functions. The six kernel functions are fixed bi-square, fixed gaussian, fixed tricube, adaptive bi-square, adapative gaussian, and adaptive tricube. In comparing the results of the GWNBR model with six different types of kernel functions deviance values are used. The smallest deviation value is found in the GWNBR model with the fixed gaussian kernel function, so the model with that function is the best model. The results of modeling with the kernel fixed gaussian function obtained 2 groupings based on significant influential variables. Variables that have a significant effect on each sub-district in Mojokerto Regency are variable percentages of house with free Aedes mosquito larvae, population density, ratio of medical personnel (general doctor), and percentage of households with clean and healthy behavior. .

Keywords: DHF, Geographically Weighted Binomial Negative Regression, kernel function

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL..... i
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING.....iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI..... ..ivv
PERNYATAAN KEASLIAN..... v
MOTTO..... vi
KATA PENGANTAR..... .vii
ABSTRAK..... ...ix
DAFTAR ISI.....xi
DAFTAR TABEL.....xiii
DAFTAR GAMBAR.....xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....xiv
BAB I PENDAHULUAN..... 1
1.1. Latar Belakang.....1
1.2. Rumusan Masalah 6
1.3. Tujuan.....6
1.4. Manfaat Penelitian.....7
1.5. Batasan Masalah.....7
BAB II KAJIAN PUSTAKA..... 9
2.1. DBD (Demam Berdarah *Dengue*) 9
2.2. Multikolinearitas.....12
2.3. Regresi Binomial Negatif 13
2.4. Heterogenitas Spasial 18
2.5. Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR) ...19
2.6. Fungsi Pembobot Kernel 28
BAB III METODE PENELITIAN.....31
3.1. Jenis Penelitian 31
3.2. Data.....31
3.3.Teknik Analisis Data 32
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....36

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.1. Deskripsi Data Penelitian 36
4.2. Deteksi Multikolinearitas 40
4.3. Pemodelan Regresi Binomial Negatif 41
4.4. Heterogenitas Spasial 42
4.5. Pemodelan GWNBR (*Geographically Weighted Negative Binomial Regression*) 43
4.6. Perbandingan Model GWNBR 53
BAB V PENUTUP..... …59
5.1. Kesimpulan 59
5.2. Saran 60
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variabel Penelitian 32
Tabel 4.1 Data variabel-varibel penelitian 37
Tabel 4.2 Statistika Deskriptif Variabel Penelitian 388
Tabel 4.3 Nilai VIF variabel prediktor 41
Tabel 4.4 Estimasi parameter model Regresi Binomial Negatif 42
Tabel 4.5 *Bandwith* fungsi *Fixed* kernel 44
Tabel 4.6 *Bandwith* fungsi *Adaptive* kernel 45
Tabel 4.7 Nilai $Fhit$ pada tiap fungsi kernel.....46
Tabel 4.8 Nilai Devians Pada Tiap Fungsi Kernel.....47
Tabel 4.9 Variabel yang signifikan pada masing-masing pembobot 48
Tabel 4.10 Pengelompokkan kecamatan menurut variabel yang signifikan pada masing-masing pembobot 49
Tabel 4.11 Model GWNBR pada tiap fungsi pembobot di Kecamatan Bangsal...52
Tabel 4.12 Perbandingan Model GWNBR 53

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3 1 *Flowchart* Metode GWNBR 33
Gambar 4.1 Peta Pengelompokkan Variabel Signifikan.....54

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus *dengue* yang ditularkan ke manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* adalah tempat penampungan air bersih, sehingga penyakit ini dapat ditemukan di daerah tropis dan subtropis di berbagai belahan dunia terutama dimusim hujan. Indonesia merupakan negara yang berada di daerah tropis. Menurut *World Health Organiazation (WHO)*, Indonesia merupakan negara kedua dengan kasus DBD tertinggi di Asia Tenggara. Penyakit ini merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat di Indonesia yang jumlah penderitanya cenderung meningkat tiap tahunnya. Penyebarannya juga semakin meluas seiring dengan meningkatnya mobilitas dan kepadatan penduduk (Kementerian Kesehatan RI, 2010).

Tahun 2017, jumlah tertinggi kasus DBD terjadi pada dua provinsi di Pulau Jawa yaitu Jawa Tengah 7.400 kasus, dan Jawa Timur 7.254 kasus (Kementrian Kesehatan Indonesia, 2018). Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa provinsi Jawa Timur merupakan provinsi kedua di Pulau Jawa dengan kasus DBD tertinggi. Salah satu daerah di Jawa Timur adalah Kabupaten Mojokerto. Kasus DBD di Kabupaten Mojokerto pada tahun 2017 termasuk dalam peringkat ke-4 tertinggi di provinsi Jawa Timur (BPS Provinsi Jawa Timur, 2018).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Setiap tahun jumlah kasus DBD di Kabupaten Mojokerto semakin meningkat. Kepala Bidang Pencegahan dan Pengendalian Penyakit (P2P) Dinas Kesehatan Kabupaten Mojokerto, menyatakan bahwa penderita DBD di daerah Kabupaten Mojokerto pada tahun 2018 mengalami kenaikan dari tahun 2017 sebanyak 404 kasus (Arief, 2019). Kenaikan tersebut merepresentasikan bahwa masih banyak ditemukan vektor penular DBD di sekitar rumah penduduk. Upaya pencegahan terhadap penyakit DBD perlu dilakukan untuk mengurangi tingkat kematian yang disebabkan oleh penyakit ini. Ketua DPRD Kabupaten Mojokerto juga menyarankan agar dilakukan pencegahan secara tepat di setiap daerah/kecamatan di Kabupaten Mojokerto karena dari segi jumlah pasien sudah mencapai ratusan orang dan didominasi kalangan anak-anak atau balita (Chariris, 2019).

Salah satu usaha yang dilakukan adalah dengan melakukan upaya-upaya pencegahan penyakit. Salah satu upaya untuk mencegah penyakit DBD di Kabupaten Mojokerto adalah mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi penyebab kasus tersebut lebih lanjut, secara matematis dapat dibuat model kasus DBD.

Sebagaimana Sabda Nabi Muhammad SAW, yang diriwayatkan oleh Hakim dan Baihaqi sebagai berikut:

اِغْتَنِمْ خَمْسًا قَبْلَ خَمْسٍ : شَبَابَكَ قَبْلَ هَرَمِكَ وَ صِحَّتَكَ قَبْلَ سَقَمِكَ

وَ غِنَاكَ قَبْلَ فَقْرِكَ وَ فَرَاغَكَ قَبْلَ شَغْلِكَ وَ حَيَاتَكَ قَبْلَ مَوْتِكَ

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Artinya: Pergunakanlah lima sebelum tibanya lima. Mudamu sebelum tuamu, dan sehatmu sebelum sakit, dan longgarmu sebelum sibuk, dan kayamu sebelum kekurangan (miskin), dan hidupmu sebelum mati. (HR. Al Hakim dan Baihaqi)

Dalam hadist tersebut Nabi Muhammad SAW berkata صِحَّتَكَ قَبْلَ سَقَمِكَ artinya adalah sehatmu sebelum sakit. Seharusnya masa sehat itu digunakan untuk lebih rajin berbuat amal shalih, sebab jika telah sakit pasti lemah badannya (Bahreisy, 1992). Menjaga kesehatan sangatlah penting agar manusia dapat berbuat amal shalih. Manusia harus melakukan upaya-upaya agar tetap sehat dan terhindar dari penyakit.

Salah satu metode untuk memodelkan adalah menggunakan analisis regresi. Analisis regresi merupakan salah satu metode untuk menentukan ada tidaknya hubungan sebab akibat antara variabel respon dengan variabel prediktor. Analisis regresi yang memperhatikan faktor heterogenitas spasial adalah *Geographically Weighted Regression (GWR)*. Namun metode ini digunakan ketika distribusi data adalah distribusi *Gaussian* atau variabel respon yang kontinu (Ricardo, 2016). Untuk mengatasi variabel respon yang tidak kontinu atau diskrit maka dapat digunakan *Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)*. Selain GWPR terdapat juga pengembangan dari metode tersebut yaitu metode *Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)*.

Data jumlah kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah salah satu contoh data *count* atau data cacah, sehingga analisis yang dapat digunakan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi adalah regresi *Poisson*. Pada regresi *Poisson* asumsi yang harus dipenuhi adalah *varians* dari variabel respon harus sama dengan *mean*. Namun dalam kenyataannya hal tersebut langka terjadi karena biasanya data cacah memiliki *varians* yang lebih besar dari *mean* atau disebut dengan overdispersi. Saat terjadi overdispersi didapat taksiran parameter yang tidak efektif dan memberikan informasi yang tidak sesuai (Rahmayanti & Rizki, 2018).

Untuk mengatasi overdisepersi dalam regresi Poisson maka dapat digunakan metode regresi Binomial Negatif. Kelebihan model ini adalah lebih fleksibel karena asumsi *mean* dan *varians* tidak harus sama. Apabila nilai parameter dispersi pada regresi Binomaial Negatif sama dengan nol, maka akan menghasilkan nilai *varian* sama dengan nilai *mean* sesuai dengan asumsi pada regresi Poisson (Yuli & Indriani, 2015). Salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah kasus DBD adalah aspek spasial/wilayah ,sehingga digunakan metode GWNBR. Pemodelan menggunakan GWNBR yang memperhatikan faktor spasial/wilayah, tiap wilayah pasti mempunyai letak geografis yang berbeda. Hal ini menyebabkan terdapat perbedaan jumlah kasus DBD antar wilayah sesuai dengan karakteristik wilayah tersebut.

GWNBR juga digunakan untuk mengetahui faktor–faktor yang mempengaruhi jumlah kasus DBD di kabupaten/kota Provinsi Bengkulu yang diduga jumlah kasus DBD memiliki masalah overdispersi dan heterogenitas spasial serta menunjukkan bahwa jumlah penduduk dan rata-rata curah hujan per tahun merupakan faktor yang mempengaruhi jumlah kasus DBD di semua

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kecamatan (Yusriati, Saputro, & Kuntari, 2012). Urifah (2015) yang juga memodelkan jumlah kasus DBD di Kota Surabaya dengan GWNBR. Penelitian tersebut menghailkan bahwa faktor yang mempengaruhi jumlah kasus DBD di semua kecamatan di Kota Surabaya adalah kepadatan penduduk, rasio dokter umum, dan rasio sarana kesehatan Puskesmas (Hidayanti, Latra, & Purhadi, 2015).

Pada mengestimasi parameter dengan metode GWNBR diperlukan matriks pembobot atau pemberian bobot pada data yang sesuai kedekatan dengan lokasi pengamatan ke-i. Untuk membentuk matriks pembobot diperlukan suatu fungsi pembobot dimana fungsi tersebut dipengaruhi oleh suatu ukuran kebertetanggaan atau biasa disebut dengan *bandwith*. Terdapat dua fungsi pembobot dalam GWNBR yaitu fungsi pembobot *fix*/tetap dan fungsi pembobot *adaptive* (Ramadhan & Kurniawan, 2016). Penggunaan fungsi pembobot masih bersifat *trial and error*. Pada penelitian ini akan digunakan fungsi pembobot *fix*/tetap dan fungsi pembobot *adaptive*, masing-masing pembobot memiliki tiga jenis pembobot. Tiga jenis pembobot *fix*/tetap yaitu *fixed Bi-square, fixed Gaussian*, dan *fixed Tricube*, sedangkan jenis pembobot *adaptive* yaitu *adaptive Bi-square, adaptive Gaussian*, dan *adaptive Tricube*. Model jumlah kasus DBD di Kabupaten Mojokerto yang dihasilkan dari enam fungsi tersebut akan dibandingkan untuk dicari model terbaik. Model terbaik adalah model yang menghasilkan nilai *devians* terkecil dari model lainnya (Amaliasari, 2015).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan pemaparan tersebut maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor–faktor yang mempengaruhi kasus DBD di Kabupaten Mojokerto dengan metode GWBNR serta membandingkan fungsi pembobot guna mendapatkan model terbaik.

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan yang ada di dalam penelitian ini adalah

1.2.1. Bagaimana pemodelan jumlah kasus DBD di Kabupaten Mojokerto Tahun 2017 menggunakan metode *Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)* dengan enam jenis fungsi pembobot yang berbeda?

1.2.2. Bagaimana perbandingan hasil model GWNBR dengan enam jenis fungsi pembobot pada jumlah kasus DBD di Kabupaten Mojokerto Tahun 2017?

1.3.Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1.3.1. Untuk mengetahui model jumlah kasus DBD di Kabupaten Mojokerto Tahun 2017 menggunakan metode *Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)* dengan enam jenis fungsi pembobot yang berbeda

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.3.2. Untuk mengetahui perbandingan hasil model GWNBR dengan enam jenis fungsi pembobot pada jumlah kasus DBD di Kabupaten Mojokerto Tahun 2017.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu secara teoritis dan praktis sebagai berikut:

1.4.1. Manfaat secara teoritis, penelitian ini untuk meningkatkan pengetahuan tentang penerapan dari metode *Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)* dalam bidang kesehatan. Memberikan wawasan tentang penggunaan fungsi pembobot pada model GWNBR.

1.4.2. Manfaat secara praktis, hasil yang didapat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tambahan kepada pemerintah khususnya Kabupaten Mojokerto dalam menangani pencegahan penyakit DBD. Dinas Kesehatan Kabupaten Mojokerto juga semakin tepat sasaran dalam melakukan upaya-upaya pencegahan di tiap-tiap kecamatannya. Juga sebagai informasi pengambilan kebijakan bagi tiap kecamatan di kabupaten Mojokerto untuk program pencegahan dan penaggulangan penyakit DBD.

1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan masalah yaitu sebagai berikut:

1.5.1. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data jumlah kasus Demam Berdarah *Dengue* di Kabupaten Mojokerto pada Tahun 2017.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.5.2. Penentuan *Bandwith Optimum* menggunakan *Cross Validation.*

1.5.3. Dalam membandingkan model digunakan nilai *devians*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

2.1.DBD (Demam Berdarah *Dengue*)

Demam berdarah dengue adalah jenis penyakit yang disebabkan oleh virus dari genus *Flavivirus*. Penyakit ini ditularkan ke manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes* yang terinfeksi virus *dengue*. Gejala demam berdarah dimulai sekitar empat sampai sepuluh hari setelah manusia mendapat gigitan dari nyamuk ini. Manusia yang tertular penyakit ini akan mengalami gejala seperti demam, ruam, serta nyeri otot (Kurniadi & Sutikno, 2018).

Penyakit demam berdarah *dengue* masih merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang utama di Indonesia. Jumlah penderita dan luas daerah penyebarannya semakin bertambah dari tahum ke tahun seiring meningkatnya mobilitas dan kepadatan penduduk di Indonesia. Penyakit ini pertama kali ditemukan di Indonesia pada tahun 1968 di Surabaya, dimana terdapat 58 orang yang terinfeksi dan 24 orang diantaranya yang meninggal dunia (Kementerian Kesehatan RI, 2010).

Meningkatnya jumlah kasus dan wilayah yang terjangkit disebabkan oleh semakin baiknya sarana transportasi penduduk, terdapat pemukiman baru, kurangnya kesadaran manusia terhadap pembersihan sarang nyamuk. Penyakit ini dapat diderita oleh orang yang sebagian besar tinggal di lingkungan lembab dan pinggiran kumuh. Hal ini dikarenakan nyamuk *Aedes aegypti* lebih menyukai tempat yang gelap, berbau, dan lembab (Rini, 2018).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tempat yang kerap digunakan nyamuk ini untuk berkembangbiak adalah di kawasan yang padat penduduk namun dengan sanitasi yang kurang memadai, terutama digenanan air dalam rumah, seperti pot, vas bunga, bak mandi atau tempat penyimpanan air lainnya seperti ember plastik, atau drum. Selain itu, terdapat beberapa faktor yang dapat mengendalikan kejadian jumlah kasus DBD ini. Berikut beberapa faktor tersebut:

2.1.1. Presentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes* (X_1) adalah hasil bagi antara jumlah rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes* terhadap jumlah bangunan yang dipantau oleh kader PSN (Pemberantas Sarang Nyamuk) di tiap kecamatan dikalikan dengan 100%. Apabila presentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes* lebih atau sama dengan 95% diharapkan penularan DBD dapat dicegah atau dikurangi.

2.1.2. Persentase rumah sehat (X_2) adalah hasil bagi antara jumlah rumah sehat dengan jumlah rumah yang dipantau dikalikan 100%. Rumah sehat adalah 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 yang sesuai dan lantai rumah tidak terbuat dari tanah.

2.1.3. Kepadatan penduduk (X_3) adalah hasil bagi dari jumlah penduduk terhadap luas wilayah ditiap kecamatan dalam satuan (orang/km^2).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kepadatan penduduk mengakibatkan kepadatan pemukiman sehingga penularan DBD lebih cepat. Pertumbuhan jumlah penduduk yang tidak terkendali atau memiliki pola tertentu menyebabkan bermunculnya daerah-daerah kumuh dengan prasarana dan sistem sanitasi yang kurang baik, maka dapat terjadi tempat perkembangbiakan bagi nyamuk *Aedes*.

2.1.4. Presentase rumah tangga berperlikau hidup bersih dan sehat (PHBS) (X_3) adalah hasil bagi antara jumlah rumah tangga yang berperilaku hidup sehat terhadap jumlah rumah tangga yang dipantau di tiap kecamatan. PHBS merupakan rumah tangga yang seluruh anggotanya hidup bersih dan sehat, yang meliput 10 indikator dan salah satunya adalah memberantas jentik di rumah sekali seminggu. Melakukan kegiatan memberantas jentik maka akan dapat mengurangi atau mencegah penularan penyakit DBD.

2.1.5. Rasio tenaga medis (dokter umum) (X_5) adalah rasio antara jumlah dokter umum dengan jumlah penduduk di suatu wilayah. Berikut merupakan rumus perhitungan rasio dokter umum:

$$Rasio = \frac{jumlah\ dokter\ umum}{jumlah\ penduduk} \times 2.500 \qquad (2.1)$$

Semakin banyak tenaga medis atau dokter umum di setiap kecamatan maka dapat menangani penderita DBD dengan cepat. Semakin banyak tenaga medis atau dokter umum maka juga semakin banyak penyuluhan tentang pemberantasan DBD. Hal ini

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

akan membantu untuk menanggulangi dan mengurangi jumlah kasus DBD.

2.1.6. Rasio sarana kesehatan (Puskesmas) (X_6) merupakan rasio antara jumlah puskesmas dengan jumlah penduduk di suatu wilayah. Rumus untuk menghitung rasio sarana kesehatan sebagai berikut:

$$Rasio = \frac{jumlah\ Puskemas}{jumlah\ penduduk} \times 30.000 \quad (2.2)$$

2.2. Multikolinearitas

Pada pembentukan suatu model regresi dengan beberapa variabel prediktor diperlukan asumsi-asumsi yang harus dipenuhi, salah satu asumsi tersebut adalah tidak adanya kasus multikolinearitas. Multikolinearitas adalah suatu kondisi dimana terdapat hubungan linier atau korelasi yang tinggi antara satu variabel prediktor dengan variabel prediktor yang lain (Setiawan, 2015). Jika terdapat multikolinearitas pada suatu model regresi, maka menyebabkan estimasi parameter regresi yang dihasilkan akan mempunyai *error* yang sangat besar.

Menurut Weisberg (2005), salah satu indikator untuk mengukur besarnya multikolinearitas adalah *Variance Inflation Factors* (VIF). Indikator ini adalah untuk mengukur seberapa jauh peningkatan ragam penduga bagi koefisien regresi jika terjadi multikolinearitas dalam suatu model. Menurut Montomery (1992) nilai VIF dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$VIF = \frac{1}{1-R_k^2}\ , k = 1,2,3, \dots, k \quad (2.3)$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dimana,

R_k^2 = koefisien determinasi antara satu variabel prediktor dengan variabel prediktor yang lainnya

$k =$ jumlah variabel prediktor.

Jika nilai VIF kurang dari 10 maka menunjukkan tidak adanya multikolinearitas antar variabel prediktor.

2.3. Regresi Binomial Negatif

Regresi binomial negatif adalah salah satu dari model terapan GLM (*Generalized Linear Model*). Pada regresi ini dihasilkan dari fungsi kepadatan peluang distribusi binomial negatif.

Fungsi kepadatan peluang distribusi binomial negatif diperoleh dari dari distribusi *Poisson-Gamma* sebagai berikut:

$$P(y|\alpha,\beta) = \int_0^\infty \frac{e^{-\mu}\mu^y}{y!}\frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha}\mu^{\alpha-1}e^{\left(-\mu/\beta\right)}d\mu$$

$$= \frac{1}{y!\,\Gamma(\alpha)\beta^\alpha}\int_0^\infty e^{-\mu}\mu^y\mu^{\alpha-1}e^{\left(-\mu/\beta\right)}d\mu$$

$$= \frac{\beta^{-\alpha}}{y!\,\Gamma(\alpha)}\int_0^\infty e^{-\mu\left(1+1/\beta\right)}\mu^{y+\alpha-1}d\mu$$

Misal $v = \left(1 + 1/\beta\right)\mu$ dan $dv = \left(1 + 1/\beta\right)d\mu$ maka,

$$P(y|\alpha,\beta) = \frac{\beta^{-\alpha}}{y!\,\Gamma(\alpha)}\int_0^\infty e^{-v}\left(\frac{\beta v}{\beta+1}\right)^{y+\alpha-1}\left(\frac{\beta}{1+\beta}\right)dv$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$= \frac{\beta^{-\alpha}}{y!\,\Gamma(\alpha)}\left(\frac{\beta}{\beta+1}\right)^{y+\alpha}\int_0^{\infty} e^{-v}v^{y+\alpha-1}dv$$

$$= \frac{\beta^{-\alpha}}{y!\,\Gamma(\alpha)}\left(\frac{\beta}{\beta+1}\right)^{y+\alpha}\Gamma(y+\alpha)$$

$$= \frac{\beta^{-\alpha}}{y!\,\Gamma(\alpha)}\left(\frac{\beta}{\beta+1}\right)^{y}\left(\frac{\beta}{\beta+1}\right)^{\alpha}\Gamma(y+\alpha)$$

$$= \frac{\Gamma(y+\alpha)}{y!\,\Gamma(\alpha)}\left(\frac{\beta}{\beta+1}\right)^{y}\left(\frac{1}{\beta+1}\right)^{\alpha} dengan\ y = 0,1,2,\dots n$$

Maka,

$$P(y|\alpha,\beta) = \frac{\Gamma(y+\alpha)}{y!\Gamma(\alpha)}\left(1-\frac{1}{\beta+1}\right)^{y}\left(\frac{1}{\beta+1}\right)^{\alpha} \tag{2.4}$$

Nilai parameter dinyatakan dalam bentuk $\mu = \alpha\beta$ dan $\theta = \frac{1}{\alpha}$. Oleh karena itu, fungsi kepadatan peluang dari distribusi binomial negatif adalah sebagai berikut:

$$P(y;\mu,\theta) = \frac{\Gamma(y+\theta^{-1})}{\Gamma(\theta^{-1})y!}\left(\frac{1}{1+\theta\mu}\right)^{-1}\left(\frac{\theta\mu}{1+\theta\mu}\right)^{y} \tag{2.5}$$

Mean dan variansnya adalah:

$$E(Y) = \mu \text{ dan } V[Y] = \mu + \theta\mu^2 \tag{2.6}$$

dimana

α = parameter skala dari distribusi gamma

θ = parameter overdispersi dari disribusi binomial negatif

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada persamaan fungsi padat peluang tersebut yang menunjukkan kondisi overdispersi adalah ketika nilai $\theta > 1$. Mengestimasi parameter pada regresi binomial negatif digunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) (Rahmayanti & Rizki, 2018). Fungsi *likelihood* yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$L(\beta,\theta_i) = \prod_{i=1}^{n}\left[\frac{\Gamma(y_i+\theta^{-1})}{\Gamma(\theta^{-1})y_i!}\left(\frac{1}{1+\theta\mu_i}\right)^{\theta^{-1}}\left(\frac{\theta\mu_i}{1+\theta\mu_i}\right)^{y_i}\right] \tag{2.7}$$

dengan $\frac{\Gamma\left(y_i+\theta^{-1}\right)}{\Gamma\left(\theta^{-1}\right)} = \prod_{r=0}^{y_i-1}\left(r+\theta^{-1}\right)$, maka fungsi *likelihood* menjadi seperti pada persamaan (2.8).

$$L(\beta,\theta_i) = \prod_{i=1}^{n}\left(\prod_{r=1}^{y_i-1}(r+\theta^{-1})\right)\frac{1}{(y_i!)}\left(\frac{1}{1+\theta\mu_i}\right)^{\theta^{-1}}\left(\frac{\theta\mu_i}{1+\theta\mu_i}\right)^{y_i} \tag{2.8}$$

Selanjutnya, dari fungsi Persamaan (2.8) diambil nilai log-nya seperti pada persamaan (2.9) berikut:

$$ln\{L(\beta,\theta_i)\} = \sum_{i=1}^{n}\left[\sum_{r=0}^{y_i-1}(ln(r+\theta^{-1})) - \ln(y_i!) + y_i\ln(\theta\mu_i) - (\theta^{-1}+y_i)\ln(1+\theta\mu_i)\right] \tag{2.9}$$

Selanjutnya Persamaan (2.9) diturunkan terhadap koefisien β sebagai berikut :

$$\frac{\partial L(\beta,\theta_i)}{\partial\beta_0} = \sum_{i=1}^{n}\left[y_i - (\theta^{-1}+y_i)\left(\frac{\theta\mu_i}{1+\theta\mu_i}\right)\right] = \sum_{i=1}^{n}\left[\frac{y_i-\mu_i}{1+\theta\mu_i}\right] = 0$$

$$\frac{\partial L(\beta,\theta_i)}{\partial\beta_1} = \sum_{i=1}^{n}\left[y_i x_{i1} - (y_i+\theta^{-1})\left(\frac{\theta\mu_i x_{i1}}{1+\theta\mu_i}\right)\right]$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\left[\frac{(y_i-\mu_i)x_{i1}}{1+\theta\mu_i}\right]$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\left[\frac{\mu_i}{1+\theta\mu_i}\frac{(y_i-\mu_i)x_{i1}}{\mu_i}\right] = 0$$

$\vdots$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$\frac{\partial L(\beta,\theta_i)}{\partial \beta_p} = \sum_{i=1}^{n}\left[y_i x_{ip} - (y_i + \theta^{-1})\left(\frac{\mu_i x_{ip}}{1+\theta\mu_i}\right)\right]$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\left[\frac{(y_i-\mu_i)x_{ip}}{1+\theta\mu_i}\right]$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\left[\frac{\mu_i}{1+\theta\mu_i}\frac{(y_i-\mu_i)x_{ip}}{\mu_i}\right] = 0$$

Bentuk persamaan matriks dari turunan pertama fungsi log-*likelihood* terhadap parameter β yaitu $\boldsymbol{q} = \boldsymbol{X^T W z}$, dengan $\boldsymbol{X}$ merupakan matriks $n\ x\ c$ dari variabel prediktor, $\boldsymbol{W}$ merupakan matriks pembobot diagonal ke-i dan $\boldsymbol{z}$ merupakan vektor matriks baris ke-i dengan elemen-elemennya sebagai berikut: $w_i = \frac{\mu_i}{1+\theta\mu_i}$ dan $z_i = \frac{y_i-\mu_i}{\mu_i}$ dengan $i = 1,2,\ldots,n$

Turunan pertama dari fungsi *log-likelihood* terhadap parameter dispersi θ adalah :

$$\frac{\partial L(\beta,\theta_i)}{\partial \theta} = \sum_{i=1}^{n}\left[-\theta^{-2}\sum_{r=0}^{y_i-1}\frac{1}{(r+\theta^{-1})} + \frac{y_i}{\theta} + \theta^{-2}\ln\left(1+\theta\mu_i\right) - \frac{(\theta^{-1}+y_i)\mu_i}{1+\theta\mu_i}\right] = 0$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\left[-\theta^{-2}\sum_{r=0}^{y_i-1}\frac{1}{(r+\theta^{-1})} + \theta^{-2}\ln\left(1+\theta\mu_i\right) + \frac{y_i-\mu_i}{(1+\theta\mu_i)\theta}\right] = 0 \quad (2.10)$$

Turunan kedua dari fungsi *log-likelihood* terhadap parameter dispersi θ adalah :

$$\frac{\partial^2 \text{癈}(\beta,\theta_i)}{\partial \theta^2} = \sum_{i=1}^{n}\left[\theta^{-3}\sum_{r=0}^{y_i-1}\frac{(2r+\theta^{-1})}{(r+\theta^{-1})^2} - 2\theta^{-3}\ln(1+\theta\mu_i) + \frac{-\theta^2\mu_i}{(1+\theta\mu_i)} - \frac{(y_i-\mu_i)(1+2\theta\mu_i)}{(\theta+\theta^2\mu_i)^2}\right]$$

(2.11)

Turunan parsial kedua fungsi log-*likelihood* terhadap parameter koefisien regresi β sebagai berikut.

$$\frac{\partial^2 L(\beta,\theta_i)}{\partial \beta_0^2} = -\sum_{i=1}^{n}\left[\frac{(1+\theta y_i)\mu_i}{(1+\theta\mu_i)^2}\right] \quad (2.12)$$

$$\frac{\partial^2 L(\beta,\theta_i)}{\partial \beta_0\, \partial \beta_k} = \sum_{i=1}^{n}\left[\frac{-\mu_i x_{ik}(1+\theta\mu_i) - \left(y_{\text{癈}} - \mu_i\right)(\theta\mu_i x_{ik})}{(1+\theta\mu_i)^2}\right]$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\left[\frac{(1+\theta y_i)\mu_i x_{ik}}{(1+\theta\mu_i)^2}\right] \quad (2.13)$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Misal turunan parsial pertama dari $L(\beta, \theta_i)$ terhadap $\beta_k, k \leq p$ adalah:

$\frac{\partial L(\beta,\theta_i)}{\partial \beta_k} = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{(y_i-\mu_i)x_{ik}}{1+\theta\mu_i}\right] = 0$, maka turunan parsial kedua terhadap $\beta_u, u \leq p$ sebagai berikut:

$$\frac{\partial^2 L(\beta,\theta_i)}{\partial \beta_u \, \partial \beta_k} = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{-\mu_i x_{iu} x_{ik}(1+\theta\mu_i)-(y_i-\mu_i)(\theta\mu_i x_{ik} x_{iu})}{(1+\theta\mu_i)^2}\right]$$

$$= -\sum_{i=1}^{n} \left[\frac{(1+\theta y_i)\mu_i x_{ik} x_{iu}}{(1+\theta\mu_i)^2}\right] \tag{2.14}$$

Ekspektasi dari turunan kedua log-*likelihood* seperti pada persamaan (2.14) berikut:

$$E\left(-\frac{\partial^2 L(\beta,\theta_i)}{\partial \beta_u \, \partial \beta_k}\right) = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{\mu_i x_{ip} x_{iu}}{(1+\theta\mu_i)}\right] \tag{2.15}$$

Jika persamaan (2.15) dinyatakan dalam matriks I yaitu matriks yang ekspektasi negatif dari turunan kedua log-*likelihood* maka $\boldsymbol{I} = \boldsymbol{X^T W X}$, dengan $\boldsymbol{X}$ merupakan matriks dari variabel prediktor, $\boldsymbol{W}$ merupakan matriks *weight* diagonal ke-i dengan elemen $w_i = \frac{\theta\mu_i}{1+\theta\mu_i}$.

Dalam mengestimasi parameter model regresi binomial negatif melalui langkah-langkah sebagai berikut:

- Menentukan estimasi awal θ contohnya $\hat{\theta}_1 = 0$
- Menentukan maksimum *likelihoood* dari parameter β dengan iterasi *Fisher scoring* dengan asumsi $\theta = \hat{\theta}_1$

$$\hat{\beta}_{m+1} = \hat{\beta}_m + \left(\boldsymbol{X^T W_i X}\right)^{-1} \boldsymbol{X^T W_i z_i} \tag{2.16}$$

Iterasi berakhir jika diperoleh $\|\hat{\beta}_{m+1} - \hat{\beta}_m\| \leq \varepsilon$

- Melakukan iterasi *Newton Raphson* satu dimensi agar mendapatkan estimasi parameter θ dengan menggunakan $\hat{\beta}$.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$\widehat{\theta}_{m+1} = \widehat{\theta}_m - \frac{f^{'}(\theta_i)}{f^{''}(\theta_i)} \tag{2.17}$$

dimana,

$f^{'}(\theta_i)$ = turunan pertama dari fungsi *likelihood* $L(\beta, \theta)$ terhadap parameter θ atau persamaan (2.7)

$f^{''}(\theta_i)$ = turunan kedua dari fungsi *likelihood* $L(\beta, \theta)$ terhadap parameter θ atau persamaan (2.8)

Jika diperoleh $\|\widehat{\theta}_{m+1} - \widehat{\theta}_m\| \leq \varepsilon$ maka iterasi selesai, jika belum diperoleh maka kembali ke langkah 2 dengan $\theta = \hat{\theta}_{m+1}$. Nilai ε adalah bilangan positif yang sangat kecil.

2.4.Heterogenitas Spasial

Heterogenitas spasial sering terjadi pada model spasial. Hal ini terjadi karena adanya pengaruh dari perbedaan karakteristik wilayah dan letak geografi antar wilayah pengamatan (Pamungkas, Yasin, & Rahmawati, 2016). Pengujian heterogenitas spasial pada suatu data dapat menggunakan uji *Breusch-Pagan* (Anselin,1988) dengan pengamatan berupa wilayah. Hipotesisnya adalah sebagai berikut:

H_0: $\sigma^2(u_i, v_i) = \cdots = \sigma^2(u_n, v_n) = \sigma^2$ (variansi antarlokasi adalah sama)

H_1: $minimal\ ada\ satu\ \sigma^2(u_i, v_i) \neq \sigma^2$ (variansi antarlokasi adalah tidak sama)

Statistik ujinya adalah seperti pada Persamaan (2.18) berikut:

$$BP = \left(\frac{1}{2}\right) \boldsymbol{f'Z(Z'Z)^{-1}Z'f} \sim \boldsymbol{X^2_{(k)}} \tag{2.18}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dimana,

BP = nilai *Breusch-Pagan*

$\boldsymbol{f}$ = $(f_1, f_2, \dots, f_n)$

$\boldsymbol{Z}$ = matriks berukuran $n\ x\ (k+1)$ yang berisi vektor yang sudah dibakukan untuk setiap pengamatan.

f_i = $\frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1$

e_i = $y_i - \hat{y}_i$

e_i^2 = kuadrat sisaan untuk pengamatan ke-i

σ^2 = ragam galat

Jika nilai statistik uji mendekati sebaran khi-kuadrat dengan derajat bebas k dimana k adalah banyaknya variabel prediktor. Jika $BP > X^2_{(\alpha,k)}$ maka H_0 ditolak yang artinya terdapat heterogenitas spasial pada data.

2.5. Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)

Model GWNBR merupakan salah satu metode yang efektif dalam menduga data cacah atau *count* yang memiliki overdispersi dengan memiliki heterogenitas spasial. Model ini menghasilkan parameter lokal dengan masing- masing lokasi akan memiliki parameter yang berbeda (Hidayanti et al., 2015).

Model GWNBR dirumuskan sebagai berikut:

$$y_i \sim NB\left[exp\left(\sum_{k=0}^{P} \beta_k(u_i, v_i) x_{ik}\right), \theta(u_i, v_i)\right], y_i = 1,2,3, \dots, n \qquad (2.19)$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dimana,

y_i = nilai observasi variabel respon pada lokasi ke-i

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

$\beta_k(u_i, v_i)$ = koefisien regresi variabel presiktor ke-k pada lokasi ke-i

$\theta(u_i, v_i)$ = parameter dispersi pada lokasi ke-i

Fungsi kepadatan peluang untuk setiap lokasi dapat ditulis sebagai berikut:

$$f\left(y_i|x_{ik}\beta_k(u_i,v_i),\theta(u_i,v_i)\right) = \frac{\Gamma\left(y_i+\theta_i{}^{-1}\right)}{\Gamma\left(\theta_i{}^{-1}\right)y_i!}\left(\frac{1}{1+\theta_i\mu_i}\right)^{-1}\left(\frac{\theta_i\mu_i}{1+\theta_i\mu_i}\right)^{y} \qquad (2.20)$$

dimana,

$\mu_i = exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)$

$\theta_i = \theta(u_i, v_i)$

Maka persamaan fungsi kepadatan peluang pada setiap lokasi sebagai berikut:

$$f\left(y_i|x_{ik}\beta_k(u_i,v_i),\theta(u_i,v_i)\right) = \frac{\Gamma\left(y_i+\theta(u_i,v_i)^{-1}\right)}{\Gamma\left(\theta(u_i,v_i)^{-1}\right)y_i!}\left(\frac{1}{1+\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)}\right)^{\theta^{-1}}\left(\frac{\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)}{1+\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)}\right)^{y_i} \qquad (2.21)$$

Estimasi parameter pada model GWNBR menggunakan metode MLE. Langkah pertama dibentuk fungsi *likelihood* sebagai berikut:

$$L(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i) =$$

$$= \prod_i^n\left[\frac{\Gamma\left(y_i+\theta(u_i,v_i)^{-1}\right)}{\Gamma\left(\theta(u_i,v_i)^{-1}\right)y_i!}\left(\frac{1}{1+\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)}\right)^{\theta^{-1}}\left(\frac{\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)}{1+\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)}\right)^{y_i}\right] \qquad (2.22)$$

Selanjutnya, diubah dalam bentuk logaritma natural sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$ln\{L(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i)\} = \sum_{i=1}^{n}\left[\left(\sum_{r=1}^{y_i-1} ln(r+\theta(u_i,v_i)^{-1})\right) - ln(y_i!) + y_i\, ln\left(\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)\right) - (\theta(u_i,v_i)^{-1}+y_i)\, ln\left(1+\theta(u_i,v_i)e\text{獻}p\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)\right)\right] \quad (2.23)$$

Terdapat faktor pembobot pada model GWNBR yang memiliki nilai berbeda untuk tiap lokasi dan menunjukkan sifat lokal pada model, faktor tersebut adalah faktor letak geografis. Oleh karena itu, pembobot letak geografis diberikan pada bentuk persamaan *log-likelihood* seperti pada persamaan (2.24) berikut:

$$ln\{L(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i)\} = \sum_{i=1}^{n} w_j(u_i,v_i)\left[\sum_{i=1}^{n}\left(\left(\sum_{r=1}^{y_i-1} ln(r+\theta(u_i,v_i)^{-1})\right) - ln(y_i!) + y_i\, ln\left(\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)\right) - (\theta(u_i,v_i)^{-1}+y_i)\, ln\left(1+\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)\right)\right)\right] \quad (2.24)$$

Misal:

$a = \left(\sum_{r=1}^{y_i-1} ln(r+\theta(u_i,v_i)^{-1})\right) - ln(y_i!)$

$b = y_i\, ln\left(\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)\right)$

$c = (\theta(u_i,v_i)^{-1}+y_i)\, ln\left(1+\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)\right)$

Maka diperoleh bentuk persamaan sebagai berikut:

$$ln\{L(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i)\} = \sum_{i=1}^{n} w_j(u_i,v_i)[a+b-c] \quad (2.25)$$

Turunan pertama dari fungsi *likelihood* $ln\{L(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i)\}$ terhadap parameter dispersi θ adalah:

$$\frac{\partial \ln L(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i)}{\partial\theta_i} = \sum_{i=1}^{n} w_j(u_i,v_i)\left[\frac{\partial a}{\partial\theta_i} + \frac{\partial b}{\partial\theta_i} - \frac{\partial c}{\partial\theta_i}\right] \quad (2.26)$$

$$\frac{\partial a}{\partial\theta_i} = -\theta(u_i,v_i)^{-2}\sum_{r=0}^{y_i-1}\frac{1}{(r+\theta(u_{\square},v_i)^{-1})}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$\frac{\partial b}{\partial \theta_i} = y_i \frac{exp\left(x_i^T \beta_{(u_i,v_i)}\right)}{\theta(u_i,v_i) exp\left(x_i^T \beta_{(u_i,v_i)}\right)} = \frac{y_i}{\theta(u_i,v_i)}$$

$$\frac{\partial c}{\partial \theta_i} =$$

$$\left(-\theta(u_i,v_i)^{-2} \ln\left(1+\theta(u_i,v_\cap) exp\left(x_i^T \beta_{(u_i,v_i)}\right)\right) + \left(\theta(u_i,v_i)^{-1} + y_i\right)\left(\frac{exp\left(x_i^T \beta_{(u_i,v_i)}\right)}{1+\theta(u_i,v_i) exp\left(x_i^T \beta_{(u_i,v_i)}\right)}\right)\right)$$

$$= \left(-\frac{\ln\left(1+\theta(u_i,v_i) exp\left(x_i^T \beta_{(\square_i,v_i)}\right)\right)}{\theta(u_i,v_i)^2} + \frac{\left(\theta(u_i,v_i)^{-1}+y_i\right) exp\left(x_i^T \beta_{(u_i,v_i)}\right)}{1+\theta(u_i,v_i) e鄭p\left(x_i^T \beta_{(u_i,v_i)}\right)}\right)$$

$$= (-d+e)$$

dimana, $d = \frac{\ln\left(1+\theta(u_i,v_i) exp\left(x_i^T \beta_{(u_i,v_i)}\right)\right)}{\theta(u_i,v_i)^2}$ dan $e = \frac{\left(\theta(u_i,v_i)^{-1}+y_i\right) exp\left(x_i^T \beta_{(u_i,v_i)}\right)}{1+\theta(u_i,v_i) exp\left(x_i^T \beta_{(u_i,v_i)}\right)}$

Maka,

$$\frac{\partial \ln L\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial \theta_i} = \sum_{i=1}^{n} w_j(u_i,v_i)\left[\frac{\partial a}{\partial \theta_i} + \frac{\partial b}{\partial \theta_i} + d - e\right] \quad (2.27)$$

Turunan kedua dari fungsi *likelihood* $ln\{L(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i)\}$ terhadap parameter dispersi θ adalah:

$$\frac{\partial \ln L\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial \theta_i^2} = \sum_{i=1}^{n} w_j(u_i,v_i)\left[\frac{\partial^2 a}{\partial \theta_i^2} + \frac{\partial^2 b}{\partial \theta_i^2} + \frac{\partial d}{\partial \theta_i} - \frac{\partial e}{\partial \theta_i}\right] \quad (2.28)$$

$$\frac{\partial^2 a}{\partial \theta_i^2} = \sum_{r=0}^{y_i-1} \frac{\left(2\theta(u_i,v_i)^{-3}\left(1/_{r+\theta(u_i,v_i)^{-1}}\right)\right) - \left(\left(-\theta(u_i,v_i)^{-2}\right)\left(-\theta(u_i,v_i)^{-2}\right)\right)}{\left(1/_{r+\theta(u_i,v_i)^{-1}}\right)^2}$$

$$= \sum_{r=0}^{y_i-1} \frac{2\theta(u_i,v_i)^{-3}\left(r+\theta(u_i,v_i)^{-1}\right) - \theta(u_i,v_i)^{-4}}{\left(r+\theta(u_i,v_i)^{-1}\right)^2}$$

$$= \sum_{r=0}^{y_i-1} \frac{2r\theta(u_i,v_i)^{-3} + 2\theta(u_i,v_i)^{-4} - \theta(u_i,v_i)^{-4}}{\left(r+\theta(u_i,v_i)^{-1}\right)^2}$$

$$= \sum_{r=0}^{y_i-1} \frac{2r\theta(u_i,v_i)^{-3} + \theta(u_i,v_i)^{-4}}{\left(r+\theta(u_i,v_i)^{-1}\right)^2}$$

$$= \sum_{r=0}^{y_i-1} \theta(u_i,v_i)^{-3} \frac{\left(2r+\theta(u_i,v_i)^{-1}\right)}{\left(r+\theta(u_i,v_i)^{-1}\right)^2}$$

$$\frac{\partial^2 b}{\partial \theta_i^2} = -\frac{y_i}{\theta(u_i,v_i)^2}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$\frac{\partial d}{\partial \theta_i} = \frac{exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)}{\left(1+\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)\right)\theta(u_i,v_i)^2} - \frac{2\,ln\left(1+\theta(u_i,v_i)\right)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)}{\theta(u_i,v_i)^3}$$

$$\frac{\partial e}{\partial \theta_i} = -\frac{exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)}{\left(1+\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)\right)^2\theta(u_i,v_i)^2} - \frac{\left(exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)\right)^2\left(\theta(u_i,v_i)^{-1}+y_i\right)}{\left(1+\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)\right)^2\theta(u_i,v_i)^2}$$

$$\frac{\partial^2 b}{\partial \theta_i^2} = \frac{\partial d}{\partial \theta_i} - \frac{\partial e}{\partial \theta_i}$$

$$= 2\left(\frac{\exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)}{\left(1+\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)\right)^2\theta_i^2}\right) - \frac{2ln\left(1+\theta_i\exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)\right)}{\theta_i^3} + \frac{\left(y_i+\theta_i^{-1}\right)\left(exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)\right)^2}{\left(1+\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta_{(u_i,v_i)}\right)\right)^2}$$

Untuk mendapatkan estimasi parameter $\beta(u_i,v_i)$ maka persamaan $ln\,L(.)$ terhadap $\beta^T(u_i,v_i)$ adalah :

$$\frac{\partial \ln L\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial \beta^T(u_i,v_i)} = \sum_{i=1}^{n} w_j(u_i,v_i)\left[\frac{\partial a}{\partial \beta^T(u_i,v_i)} + \frac{\partial b}{\partial \beta^T(u_i,v_i)} - \frac{\partial c}{\partial \beta^T(u_i,v_i)}\right] \quad (2.29)$$

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

$$\frac{\partial b}{\partial \beta^T(u_i,v_i)} = \frac{y_i}{exp\left(\beta^T(u_i,v_i)x_i\right)}\theta(u_i,v_i)exp\left(\beta^T(u_i,v_i)x_i\right)x_i$$

$$\frac{\partial c}{\partial \beta^T(u_i,v_i)} = \left(\theta(u_i,v_i)^{-1}+y_i\right)\frac{\theta(u_i,v_i)exp\left(\beta^T(u_i,v_i)x_i\right)x_i}{1+\theta(u_i,v_i)exp\left(\beta^T(u_i,v_i)x_i\right)}$$

Nilai-nilai di atas disubstitusikan dan disederhanakan menjadi seperti persamaan berikut:

$$\frac{\partial \ln L\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial \beta^T(u_i,v_i)} = \sum_{i=1}^{n} w_j(u_i,v_i)\left[\frac{y_i - exp\left(x_i\beta^T(u_i,v_i)\right)x_i}{1+\theta_i exp\left(x_i\beta^T(u_i,v_i)\right)}\right] \quad (2.30)$$

Turunan parsial kedua logaritma fungsi *likelihood* terhadap parameter regresi $\beta(u_i,v_i)$ adalah :

$$\frac{\partial^2 \ln L\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial \beta^T(u_i,v_i)\partial \beta(u_i,v_i)} = \frac{\partial b}{\partial \beta^T(u_i,v_i)\partial \beta(u_i,v_i)} - \frac{\partial c}{\partial \beta^T(u_i,v_i)\partial \beta(u_i,v_i)} \quad (2.31)$$

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

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$\frac{\partial c}{\partial \beta^T(u_i,v_i)\partial\beta(u_i,v_i)} = -\left(\theta(u_i,v_i)^{-1} + y_i\right)\theta(u_i,v_i)x_i x_i^T\left(\frac{exp\left(x_i^T\beta(u_i,v_i)\right)}{\left(1+\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta(u_i,v_i)\right)\right)^2}\right)$$

Setelah diberi pembobot maka menjadi:

$$\frac{\partial^2 \ln L\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial\beta^T(u_i,v_i)\partial\beta(u_i,v_i)} = \sum_{i=1}^{n} w_j\left(\text{縮}_i,v_i\right)\left(\frac{-\left(\theta(u_i,v_i)^{-1}+y_i\right)\theta(u_i,v_i)x_i x_i^T\left(exp\left(x_i^T\beta(u_i,v_i)\right)\right)}{\left(1+\theta(u_i,v_i)exp\left(x_i^T\beta(u_i,v_i)\right)\right)^2}\right)$$

Turunan parsial kedua logaritma fungsi *likelihood* terhadap parameter regresi $\beta(u_i,v_i)$ dan dispersi θ_i adalah :

$$\frac{\partial \ln L\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial\beta(u_i,v_i)\partial\theta_i} = \sum_{i=1}^{n} w_j(u_i,v_i)\left[\frac{\theta_i^3 exp\left(\beta'(u_i,v_i)x_i\right)x_i}{1+\theta_i exp\left(\beta'(u_i,v_i)x_i\right)} - \frac{exp\left(\beta'(u_i,v_i)\right)}{\left(1+\theta_i exp\left(\beta'(u_i,v_i)x_i\right)\right)^2}\right] \quad (2.32)$$

Turunan-turunan parsial dari persamaan log-*likelihod* tersebut, jika dinyatakan dalam bentuk matriks menjadi sebagai berikut:

$$g^T\left(\beta_{(m)}\right) = \left[\frac{\partial lnL\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial\theta}, \frac{\partial lnL\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial\beta_0}, \frac{\partial lnL\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial\beta_1}, \dots, \frac{\partial lnL\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial\beta_p}\right]$$

Dalam proses mengestimasi parameter koefisien regresi diperoleh menggunakan metode iterasi numerik Newton-Raphson. Metode tersebut digunakan untuk memperoleh solusi dari fungsi *log-likelihood* maka didapatkan nilai yang cukup konvergen sebagai estimasi bagi tiap-tiap parameter. Algoritma untuk metode *Newton Raphson* adalah sebagai berikut:

- Menentukan nilai estimasi awal dari parameter

  $\hat{\beta}_0 = [\theta_0 \quad \beta_{00} \quad \cdots \quad \beta_{p0}]$, dengan iterasi pada saat $m = 0$

- Membentuk vektor g

$$g^T\left(\hat{\beta}_{(m)}\right)_{(p+1)} = \left[\frac{\partial lnL\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial\theta}, \frac{\partial lnL\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial\beta_0}, \frac{\partial lnL\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial\beta_1}, \dots, \frac{\partial lnL\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial\beta_p}\right]_{\beta=\hat{\beta}_{(m)}}$$

  dengan p merupakan banyak parameter yang diestimasi.

- Membentuk matriks Hessian H yang elemennya adalah:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$H\left(\hat{\beta}_{(m)}\right)_{(p+1)(p+1)} = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 lnL\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial \sim_i^2} & \frac{\partial^2 lnL\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial \theta_1 \beta_0} & \cdots & \frac{\partial^2 lnL\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial 戀_1 \beta_p} \\ & \frac{\partial^2 lnL\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial \beta_0^2} & \cdots & \frac{\partial^2 lnL\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial \beta_0 \beta_p} \\ & & \ddots & \vdots \\ simetris & & & \frac{\partial^2 lnL\left(\beta(u_i,v_i),\theta_i|y_i,x_i\right)}{\partial \beta_p^2} \end{bmatrix}_{\beta=\hat{\beta}_{(m)}}$$

Matriks ini disebut juga matriks informasi.

- Melakukan iterasi mulai dari $m = 0$ pada persamaan berikut:

$$\hat{\beta}_{(m+1)} = \hat{\beta}_{(m)} - \left(H_{(m)}\beta_{(m)}\right)^{-1}\left(g_{(m)}\beta_{(m)}\right)$$

- Iterasi berakhir ketika nilai estimasi yang diperoleh sudah konvergen ke suatu nilai atau $\hat{\beta}_{(m+1)} \approx \hat{\beta}_{(m)}$.

Jika penaksiran parameter yang konvergen belum tercapai, maka kembali ke langkah ke-2 hingga konvergen. Penaksiran parameter yang konvergen jika diperoleh $\left\|\hat{\beta}_{(m+1)} - \hat{\beta}_{(m)}\right\| < \varepsilon, \varepsilon$ adalah bilangan yang sangat kecil.

2.4.1. Pengujian Hipotesis Model *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR)

Terdapat tiga macam pengujian parameter untuk model GWNBR yaitu:

2.5.1.1. Pengujian kesamaan model GWNBR dengan regresi binomial negatif

Dalam menguji kesamaan antara model GWNBR dengan model binomial negatif maka hipotesisnya adalah sebagai berikut :

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

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

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Statistik uji untuk menguji kesamaan model adalah seperti pada persamaan (2.33) berikut:

$$F_{hit} = \frac{Devians\ Model\ A/df_A}{DeÑians\ Model\ B/df_B} \sim F_{(df_A, df_B)} \qquad (2.33)$$

dimana:

Model A: model binomial negatif

Model B: model GWNBR

Dalam pengambilan keputusan, tolak H_0 jika $F_{hit} > F_{(\alpha, df_A, df_B)}$ yang berarti bahwa terdapat perbedaan signifikan antara model binomial negatif dengan model GWNBR dan perlu dilakukan pengujian secara simultan pada parameter model GWNBR.

2.5.1.2. Pengujian secara simultan

Pengujian parameter model GWNBR secara simultan menggunakan hipotesis sebagai berikut:

H_0: $\beta_1(u_i, v_i) = \cdots = \beta_k(u_i, v_i) = 0$

H_1: paling tidak terdapat satu $\beta_j(u_i, v_i)$ yang tidak sama dengan nol;

$i = 1,2, \dots, n\ ; j = 0,1,2, \dots, k$

Statistik uji menggunakan nilai *devians* seperti pada persamaan (2.34) berikut:

$$D(\hat{\beta}) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega})) \qquad (2.34)$$

Dimana: $D(\hat{\beta})$ adalah nilai *devians*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dalam pengambilan keputusan, tolak H_0 jika statistik Pearson $nilai\ Devians > \mathcal{X}^2{}_{(\alpha,k)}$ yang berarti bahwa paling tidak terdapat satu parameter model GWNBR pada setiap lokasi pengamatan yang berpengaruh secara signifikan.

2.5.1.3. Pengujian secara parsial

Pengujian parameter dari model GWNBR secara parsial bertujuan untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon pada setiap lokasi. Hipotesis yang digunakan adalah :

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

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

Statistik ujinya seperti pada persamaan (2.35) berikut:

$$Z = \frac{\widehat{\beta}_j(u_i,v_i)}{se\left(\widehat{\beta}_j(u_i,v_i)\right)} \tag{2.35}$$

dimana $\widehat{\beta}_j(u_i, v_i)$ adalah dugaan parameter $\beta_j(u_i, v_i)$ dan $se\left(\hat{\beta}_j(u_i, v_i)\right)$ adalah dugaan *standard error* yang didapatkan dari matriks kovarian dari $\beta_j(u_i, v_i)$. Tolak H_0 jika $|Z_{hit}| > Z_{\alpha/2}$ yang berarti bahwa parameter ke-j berpengaruh signifikan terhadap variabel respon lokasi ke-i.

2.4.2. Perbandingan model

Perbandingan model untuk model GWNBR menggunakan nilai *devians*. *Devians* merupakan hasil perhitungan dua kali selisih

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dari fungsi maksimum *log-likelihood*. Berikut adalah rumus untuk mengitung nilai *devians*.

$$D(\hat{\beta}) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega})) \tag{2.36}$$

dimana:

$D(\hat{\beta})$ =nilai *devians*

$$L(\hat{\Omega}) = \prod_{i=1}^{n}\left(\prod_{r=0}^{y_i-1}(r+\hat{\theta}^{-1})\right)\frac{1}{(y_i!)}\left(\frac{1}{1+\hat{\theta}\hat{\mu}_i}\right)^{\hat{\theta}^{-1}}\left(\frac{\hat{\theta}\hat{\mu}_i}{1+\hat{\theta}\hat{\mu}_{\text{備}}}\right)^{y_i}$$

$$ln\{L(\hat{\Omega})\} = \sum_{i=1}^{n}\left[\left(ln\sum_{r=0}^{y_i-1}(r+\hat{\theta}^{-1})\right) - \ln(y_i!) + y_i\ln(\hat{\theta}\hat{\mu}_i) - (\hat{\theta}^{-1}+y_i)\ln(1+\hat{\theta}\hat{\mu}_i)\right]$$

dengan $\hat{\mu}_i = exp\left(\hat{\beta}_0(u_i,v_i) + \sum_{j=1}^{k}\hat{\beta}_j(u_i,v_i)\square_{ij}\right)$

$$L(\hat{\omega}) = \prod_{i=1}^{n}\left(\prod_{r=0}^{y_i-1}(r+\hat{\theta}^{-1})\right)\frac{1}{(y_i!)}\left(\frac{1}{1+\hat{\theta}\hat{\mu}_i}\right)^{\hat{\theta}^{-1}}\left(\frac{\hat{\theta}\hat{\mu}_i}{1+\hat{\theta}\hat{\mu}_i}\right)^{y_i}$$

$$ln\{L(\hat{\omega})\} = \sum_{i=1}^{n}\left[\left(ln\sum_{r=0}^{y_i-1}(r+\hat{\theta}^{-1})\right) - \ln(y_i!) + y_i\ln(\hat{\theta}\hat{\mu}_{\text{关}}) - (\hat{\theta}^{-1}+y_i)\ln(1+\hat{\theta}\hat{\mu}_i)\right]$$

dengan $\hat{\mu}_i = exp\left(\hat{\beta}_0(u_i,v_i)\right)$.

Dimana $ln\,L(\hat{\Omega})$ merupakan fungsi log-likelihood model lengkap melibatkan variabel prediktor dan $ln\,L(\hat{\omega})$ merupakan fungsi log-likelihood model tidak lengkap tanpa melibatkan variabel prediktor. Nilai *devians* terkecil adalah model yang paling baik.

2.6.Fungsi Pembobot Kernel

Fungsi pembobot adalah bertujuan untuk memberikan hasil estimasi parameter yang berbeda pada tiap lokasi yang beda. Pada analisis spasial estimasti parameter di suatu lokasi ke-i lebih dipengaruhi oleh titik-titik yang berdekatan dengan lokasi tersebut daripada titik-titik yang jauh (Ramadhan &

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kurniawan, 2016). Jadi pemilihan pembobot spasial menjadi sangat penting dalam mengestimasi parameter. Agar mendapatkan matriks pembobot di lokasi ke-i yang terletak pada koordinat (u_i, v_i) yaitu $w(u_i, v_i)$, perlu ditentukan fungsi pembobot terlebih dahulu. Jika lokasi ke-j terletak pada koordinat (u_i, v_i) maka diperoleh jarak *Euclidean* (d_{ij}) antara lokasi ke-i dan lokasi ke-j seperti pada persamaan (2.24) berikut :

$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \tag{2.37}$$

Terdapat dua fungsi pembobot dalam analisis spasial yaitu fungsi *fixed*/tetap kernel dan fungsi *adaptive* kernel. Fungsi *fixed*/tetap kernel memiliki *bandwith* (b) yang sama tiap titik pengamatan. Jenis fungsi *fix* kernel sebagai berikut:

a. Fungsi *Fixed Gaussian Kernel*

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

b. Fungsi *Fixed Bisquare Kernel*

$$w_{ij} = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right)^2 & d_{ij} < b \\ 0 & lainnya \end{cases}$$

c. Fungsi *Fixed Tricube Kernel*

$$w_{ij} = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^3\right)^3 & d_{ij} < b \\ 0 & lainnya \end{cases}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Fungsi *adaptive* kernel memiliki *bandwith* (b) yang berbeda tiap titik pengamatan. Berikut merupakan jenis fungsi *adaptive* kernel:

a. Fungsi *Adaptive Gaussian Kernel*

$$w_{ij} = exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{b_i}\right)^2\right]$$

b. Fungsi *Fixed Bisquare Kernel*

$$w_{ij} = \begin{cases} \left(1-\left(\frac{d_{ij}}{b_i}\right)^2\right)^2 & d_{ij} < b_i \\ 0 & lainnya \end{cases}$$

c. Fungsi *Fixed Tricube Kernel*

$$w_{ij} = \begin{cases} \left(1-\left(\frac{d_{ij}}{b_i}\right)^3\right)^3 & d_{ij} < b_i \\ 0 & lainnya \end{cases}$$

dimana :

i, j = 1,2,...,n; $i \neq j$

d_{ij} = jarak *euclidean* antar lokasi pengamatan i dengan lokasi j

b_i = lebar *bandwith* pada lokasi pengamatan ke-i

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III
METODE PENELITIAN

Dalam bab ini, akan dijelaskan tentang jenis penelitian, data yang digunakan dalam penelitian, dan bagaimana proses yang akan dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini.

3.1. Jenis Penelitian

Berdasarkan permasalah, obyek, dan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, maka penelitian ini digolongkan dalam jenis penelitian kuantitatif. Karena data dari penelitian ini adalah data numerik.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Metode deskriptif adalah metode penelitian yang digunakan untuk mendeskripikan masalah yang terjadi pada masa sekarang atau yang sedang berlangsung dan bertujuan untuk mendeskripsikan hal apa yang terjadi sebagaimana mestinya pada saat penelitian dilakukan. Pendekatan kuantitatif adalah pendekatan yang dilakukan dengan cara pencatatan dan penganalisisan data hasil penelitian secara eksak dengan menggunakan perhitungan statistik.

3.2. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data ini diperoleh dari Dinas Kesehatan Kabupaten Mojokerto dan Badan Pusar Statistik (BPS) Kabupaten Mojokerto dengan jumlah kasus DBD di 18 kecamatan di Kabupaten Mojokerto pada tahun 2017 sebagai variabel respon.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Variabel respon dan prediktor dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

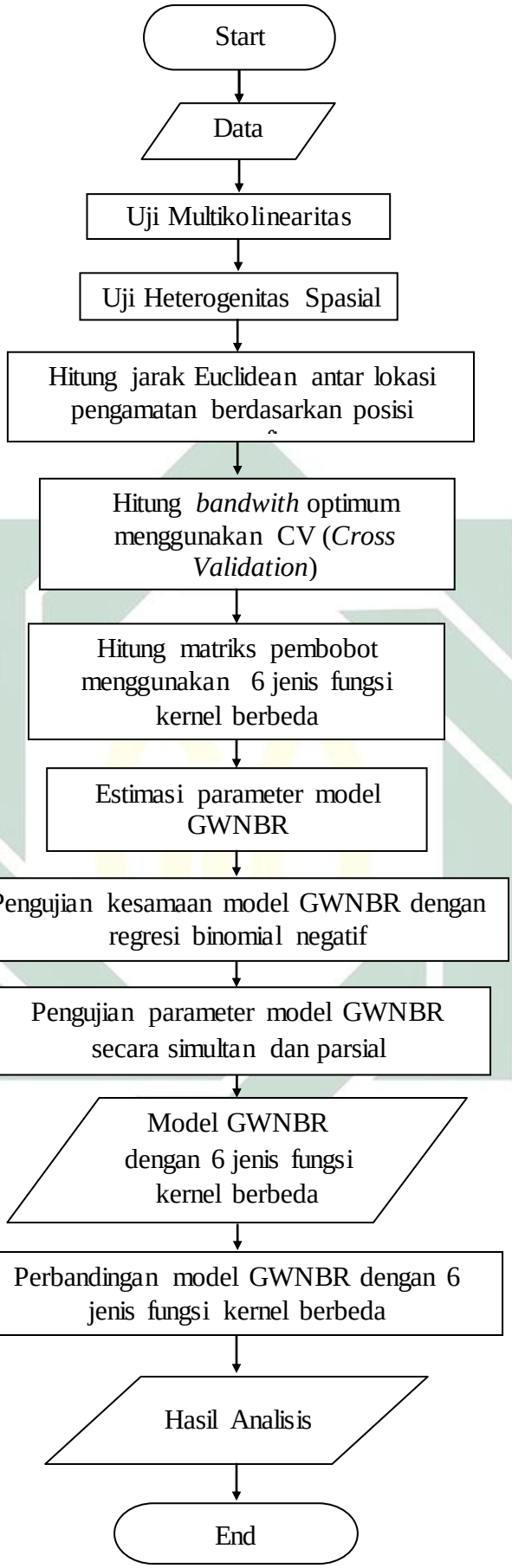
Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Y	Jumlah kasus DBD di setiap kecamatan
X_1	Presentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes*
X_2	Persentase rumah sehat
X_3	Kepadatan Penduduk
X_4	Presentase rumah tangga berperlikau hidup bersih dan sehat (PHBS)
X_5	Rasio tenaga medis
X_6	Rasio sarana kesehatan puskesmas
u_i	Lintang ($longitude$) kecamatan ke-i
v_i	Bujur ($latitude$) kecamatan ke-i

3.3.Teknik Analisis Data

Dalam tahap ini dilakukan analisis pada data sekunder yang didapatkan. Dalam penelitian ini, terdapat beberapa langkah dalam menganalisis data dan memodelkan jumlah kasus DBD di Kabupaten Mojokerto menggunakan metode GWNBR. Berikut merupakan flowchart dari metode GWNBR pada Gambar 3.1.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.1 *Flowchart* Metode GWNBR

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada Gambar 3.1 merupakan alur dari langkah-langkah yang akan dilakukan dalam memodelkan menggunakan GWBVR. Langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Uji multikolinearitas. Uji ini bertujuan untuk mendeteksi kasus multikolinearitas pada variabel prediktor menggunakan kriteria uji VIF (*Variance Inflation Factor*). Untuk mencari nilai VIF menggunakan rumus pada Persamaan (2.3). Jika nilai VIF > 10 maka terdapat multikolinearitas pada variabel prediktor, sehingga perlu dilakukan penanganan terlebih dahulu.
2. Uji heterogenitas spasial data. Dalam pengujian ini digunakan metode uji *Breusch-Pagan*. Dalam mencari nilai BP menggunakan rumus pada Persamaan (2.18). Jika nilai $BP > X^2_{(\alpha,k)}$ maka terdapat heterogenitas spasial pada data.
3. Selanjutnya langkah awal dalam memodelakan dengan GWNBR yaitu menghitung jarak *Euclidean* antar lokasi pengamatan berdasarkan posisi geografisnya. Mencari jarak *Euclidean* menggunakan rumus pada Persamaan (2.37)
4. Menghitung *bandwith* optimal pada tiap fungsi kernel yang digunakan untuk setiap lokasi pengamatan atau setiap kecamatan di kabupaten Mojokerto menggunakan metode *Cross Validation*.
5. Menghitung matriks pembobot menggunakan 6 jenis fungsi pembobot yang berbeda yaitu fungsi *Adaptive Bi-square, Adaptive Gaussian, Adaptive Tricube, Fixed Bi-square, Fixed Gaussian, Fixed Tricube*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

6. Melakukan estimasti parameter setiap model GWNBR menggunakan MLE (*Maximum Likelihood Estimation*) yang dibantu dengan metode *Newton Raphson*.
7. Menguji kesamaan setiap model GWNBR dengan regresi binomial negatif. Jika $F_{hit} > F_{(\alpha, df_A, df_B)}$ maka terdapat perbedaan signifikan antara model binomial negatif dengan model GWNBR dan perlu dilakukan pengujian secara simultan pada parameter model GWNBR
8. Menguji parameter setiap model GWNBR secara simultan dan parsial. Selanjutnya didapatkan model GWNBR.
9. Membandingkan setiap model GWNBR menggunakan nilai *devians* minimum dengan rumus Persamaan (2.36).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan menjelaskan beberapa hal yang dilakukan untuk menjawab rumusan masalah dalam penelitian ini. Hal – hal yang dibahas meliputi statistika deskriptif data jumlah kasus Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di Kabupaten Mojokerto tahun 2017 serta variabel yang diduga mempengaruhi, deteksi multikolinearitas, analisis regresi binomial negatif, uji heterogenitas spasial, pemodelan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* dan selanjutnya membandingkan model GWNBR yang didapatkan dari 6 jenis fungsi kernel yang berbeda.

4.1. Deskripsi Data Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan data jumlah kasus DBD di Kabupaten Mojokerto tahun 2017 dengan variabel prediktor yang diduga mempengaruhi. Variabel prediktor (x_i) dan variabel respon (y) pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. y : Jumlah kasus DBD di setiap kecamatan
2. x_1 : Presentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes*
3. x_2 : Presentase rumah sehat
4. x_3 : Kepadatan penduduk
5. x_4 : Presentase rumah tangga berperlikau hidup bersih dan sehat (PHBS)
6. x_5 : Rasio tenaga medis
7. x_6 : Rasio sarana kesehatan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Selain variabel prediktor (x_i) dan variabel respon (y) karena pada penelitian ini memperhatikan faktor spasial, maka menggunakan data lintang (u_i) dan bujur (v_i) pada tiap kecamatan.

Data variabel-variabel yang digunakan tersebut dideskripsikan menurut statistika deskriptifnya yaitu berdasarkan rata-rata (mean), nilai varians atau keragaman data, serta nilai minimum dan maksimum dari data tersebut. Berikut data variabel-variabel yang digunakan dan hasil statistika deskriptif dari data-data tersebut yaitu Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data variabel-varibel penelitian

No	Kecamatan	y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	u	v
1	A	21.00	86.88	75.68	2184.00	76.00	0.05	1.71	-7.499	112.499
2	B	4.00	90.72	23.00	902.00	63.00	0.09	2.26	-7.346	112.411
3	C	15.00	94.93	68.40	1618.00	40.77	0.04	2.09	-7.565	112.471
4	D	1.00	89.13	67.50	2604.00	36.43	0.08	2.51	-7.440	112.395
5	E	20.00	90.77	68.23	1123.00	79.08	0.06	3.41	-7.675	112.484
6	F	4.00	91.30	53.41	1350.00	65.57	0.17	3.37	-7.670	112.429
7	G	4.00	89.39	64.10	1524.00	48.46	0.06	1.72	-7.404	112.374
8	H	4.00	86.75	60.77	1206.00	41.98	0.12	2.49	-7.410	112.374
9	I	8.00	91.34	28.31	1550.00	42.52	0.08	2.26	-7.555	112.524
10	J	6.00	95.83	68.49	2198.00	55.54	0.15	2.37	-7.480	112.477
11	K	11.00	78.97	75.15	3016.00	45.89	0.12	1.87	-7.505	112.542
12	L	7.00	84.48	66.67	1455.00	69.66	0.06	1.79	-7.560	112.611
13	M	10.00	92.58	78.17	1323.00	62.48	0.17	2.01	-7.674	112.542
14	N	12.00	76.08	56.48	1642.00	53.34	0.90	1.90	-7.536	112.569
15	O	21.00	94.84	49.85	2178.00	38.00	0.06	1.55	-7.509	112.451
16	P	20.00	80.05	74.67	3172.00	35.42	0.07	1.61	-7.496	112.404
17	Q	0.00	100.00	72.32	1048.00	33.83	0.08	2.88	-7.644	112.589
18	R	14.00	83.36	55.94	1948.00	56.95	0.10	1.57	-7.547	112.391

Keterangan Kecamatan:

A: Bangsal B: Dawarblandong C: Dlanggu D: Gedeg

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

E: Gondang	F: Jatirejo	G: Jetis	H: Kemlagi
I: Kutorejo	J: Mojoanyar	K: Mojosari	L: Ngoro
M: Pacet	N: Pungging	O: Puri	P: Sooko
Q: Trawas	R: Trowulan		

Tabel 4.2 Statistika Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Rata-rata	Varians	Minimum	Maksimum
y	10,11	49,52	0	21
x_1	88,74	39,71	76,08	100
x_2	61,51	235,81	23	78,17
x_3	1780	435284,4	902	3172
x_4	52,50	204,72	33,83	79,08
x_5	0,14	0,037	0,04	0,9
x_6	2,187	0,327	1,55	3,41

Berdasarkan Tabel 4.2 didapatkan nilai maksimum pada variabel y atau jumlah kasus DBD sebesar 21. Nilai tersebut menunjukkan bahwa diantara 18 kecamatan di Kabupaten Mojokerto jumlah kasus terbanyak adalah 21 kasus. Banyak kasus DBD sebesar 21 tersebut terdapat pada kecamatan A yaitu kecamatan Bangsal. Sehingga dapat dikatakan kasus terbanyak terdapat di kecamatan Bangsal.

Berikut merupakan karakteristik tiap-tiap variabel yang diduga mempengaruhi pada panelitian ini:

4.1.1. Presentase Rumah/Bangunan Bebas Jentik Nyamuk *Aedes* (x_1)

Menurut Tabel 4.2 diketahui bahwa rata-rata dari presentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes* (x_1) di Kabupaten Mojokerto 88,74 persen. Nilai rata-rata tersebut kurang dari 95% maka kabupaten Mojokerto masih belum memenuhi target untuk dapat mencegah atau mengurangi jumlah kasus DBD. Nilai maksimum pada variabel ini sebesar 100%, nilai ini menunjukkan presentase

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

rumah/bangunan bebas jentik nyamuk tertinggi di kabupaten Mojokerto. Kecamatan dengan nilai presentase tertinggi adalah kecamatan Trawas.

4.1.2. Presentase Rumah Sehat (x_2)

Pada Tabel 4.2 menunjukkan nilai rata rata presentase rumah sehat sebesar 61,51%. Hal ini menunjukkan bahwa setiap 100 rumah tangga di tiap kecamatan di kabupaten Mojokerto rata-rata terdapat 62 rumah yang termasuk dalam kriteria rumah sehat. Selanjutnya, nilai maksimum pada presentase rumah sehat adalah sebesar 78,17% terdapat pada kecamatan M (Pacet).

4.1.3. Kepadatan Penduduk (x_3)

Rata-rata kepadatan penduduk (x_3) di Kabupaten Mojokerto adalah sebesar 1780 orang disetiap meter persegi. Jumlah kepadatan penduduk terkecil adalah di kecamatan Dawarblandong sebesar 920 orang per meter persegi, sedangkan kepadatan penduduk terbesar adalah di kecamatan Sooko sebesar 3172 orang per meter persegi.

4.1.4. Presentase Rumah Tangga Ber-PHBS (x_4)

Pada Tabel 4.2 juga menunjukkan bahwa rata-rata presentase rumah tangga ber-PHBS (x_4) di kabupaten Mojokerto sebesar 52,50%. Dapat rata-rata setiap 100 rumah di tiap kecamatan terdapat 53 rumah tangga yang ber-PHBS. Kecamatan dengan presentase rumah tangga ber-PHBS tertinggi dengan nilai sebesar 79,08 adalah di kecamatan E

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(Gondang), hal tersebut menunjukkan bahwa rumah tangga di kecamatan ini sudah banyak yang menerapkan perilaku sehat.

4.1.5. Rasio Tenaga Medis (Dokter Umum)(x_5)

Rata-rata rasio tenaga medis (x_5) sebesar 0,14. Rasio tenaga medis terbesar dengan nilai rasio sebesar 0,9 adalah di kecamatan N (Pungging). Hal ini menunjukkan kecamatan tersebut adalah kecamatan yang memiliki tenaga medis (dokter umum) terbanyak dari semua kecamatan di kabupaten Mojokerto. Sedangkan nilai rasio terendah sebesar 0,04 terdapat pada kecamatan C (Dlanggu).

4.1.6. Rasio Sarana Kesehatan (x_6)

Rata-rata rasio sarana kesehatan(x_6) berupa puskesmas sebesar 2,187. Rasio sarana kesehatan tertinggi adalah di kecamatan E (Gondang). Sedangkan nilai terendah pada rasio sarana kesehatan adalah sebesar 1,55 terdapat pada kecamatan O (Puri).

4.2. Deteksi Multikolinearitas

Pada penelitian ini variabel prediktor yang digunakan adalah sebanyak 6 variabel. Sebelum melakukan analisis regresi yang terdapat lebih dari satu variabel prediktor perlu dilakukan pengecekan pada data yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya kasus multikolinearitas. Jika terjadi kasus multikolinearitas dapat menyebabkan estimasi parameter yang dihasilkan akan memiliki error yang sangat besar. Deteksi multikolinearitas pada peneitian ini dilihat dari nilai VIF. Nilai VIF dari masing-masing variabel prediktor dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.3 Nilai VIF variabel prediktor

x_i	Nilai VIF
x_1	2.331975
x_2	1.332918
x_3	2.569772
x_4	1.513181
x_5	1.596266
x_6	1.429372

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa smeua variabel prediktor memiliki nilai VIF < 10. Ini menunjukkan bahwa tidak terdapat variabel prediktor yang terdapat korelasi dengan variabel prediktor lainnya atau tidak terdapat kasus multikolinearitas. Oleh karena itu, semua variabel prediktor diikutsertakan dalam analisis regresi.

4.3. Pemodelan Regresi Binomial Negatif

Jumlah kasus DBD di Mojoketo merupakan data cacah/*count* maka untuk memodelkan dapat menggunakan regresi binomial negatif yang memiliki parameter dispersi. Nilai parameter dispersi ($\widehat{\theta}$) yang diperoleh tergantung pada data yang dimiliki. Dalam mengestimasi parameter dispersi dan parameter-parameter variabel prediktor menggunakan metode MLE (*Maximum Likelihood Estimation*) yang dibantu oleh *software R*. Nilai estimasi $\widehat{\theta}$ yang diperoleh adalah sebesar 3,4686. Hasil estimasi parameter-parameter variabel prediktor pada model regresi binomial negatif yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.4 Estimasi parameter model Regresi Binomial Negatif

Parameter	Estimasi	Z hitung
$\hat{\boldsymbol{\beta}}_0$	-0.8820551	-0.222
$\hat{\boldsymbol{\beta}}_1$	0.0173111	0.459
$\hat{\boldsymbol{\beta}}_2$	-0.0026116	-0.224
$\hat{\boldsymbol{\beta}}_3$	0.0005906	1.590
$\hat{\boldsymbol{\beta}}_4$	0.0300903	2.272
$\hat{\boldsymbol{\beta}}_5$	0.2936656	0.299
$\hat{\boldsymbol{\beta}}_6$	-0.4337207	-1.326
Devians $\left(D(\hat{\beta})\right)$	**29,68**	

Selanjutnya menguji parameter model secara serentak. Hipotesis dari pengujian serentak adalah sebagai berikut:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6$

$H_1: minimal\ ada\ satu\ \beta_j \neq 0$

Nilai *devians* dari hasil *output* tersebut adalah 29,680. Berdasarkan hasil pengujian dengan taraf signifikansi 5% didapatkan nilai X^2 dengan db sebesar 6 yaitu 12,59, karena nilai $D(\hat{\beta}) > X^2_{(0,05,6)}$ maka tolak H_0 yang berarti minimal terdapat satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

Model yang dihasilkan dari regresi binomial negatif sebagai berikut:

$$\hat{\mu} = exp(-0{,}8820 + 0{,}0173X_1 - 0{,}0026X_2 + 0{,}0005X_3 + 0{,}0300X_4 + 0{,}2936X_5 - 0{,}4337X_6)$$

4.4. Heterogenitas Spasial

Sebelum membuat model *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR) dilakukan pengujian heterogenitas spasial. Dalam

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pengujian heterogenitas spasial dapat menggunakan uji Breusch-Pagan. Hipotesisnya adalah sebagai berikut:

$H_0: \sigma^2(u_i, v_i) = \cdots = \sigma^2(u_n, v_n) = \sigma^2$ (variansi antarlokasi adalah sama)

$H_1: minimal\ \not{f}\square da\ satu\ \sigma^2(u_i, v_i) \neq \sigma^2$ (variansi antarlokasi adalah tidak sama)

Uji ini dilakukan menggunakan *software* R diperoleh nilai BP (*Breusch-Pagan*) sebesar 4,2718 dan nilai p-*value* sebesar 0,64. Keputusan yang didapatkan adalah terima H_0 karena nila BP<$,^2_{(0,05,6)}$. Dapat disimpulkan bahwa terdapat homogenitas spasial pada data DBD di Mojokerto 2017 atau dapat dikatakan bahwa variansi antarlokasi adalah sama. Namun dalam penelitian ini tetap ingin mengetahui efek spasial maka dapat dilanjutkan pemodelan dengan menggunakan GWNBR *(Geographically Weighted Negative Binomial Regression).*

4.5. Pemodelan GWNBR (*Geographically Weighted Negative Binomial Regression*)

Pemodelan GWNBR dilakukan dengan menambahkan pembobotan spasial. Pada penelitian ini pembobot yang digunakan adalah fungsi *fixed* kernel dan *adaptive* kernel dengan total fungsi kernel adalah sebanyak 6 jenis fungsi yang berbeda. Selanjutnya adalah membuat matriks pembobot, sebelum pembentukan matriks pembobot maka perlu dicari jarak antar kecamatan di Kabupaten Mojokerto dan penentuan *bandwith* optimum. Dalam mencari jarak antar kecamatan menggunakan rumus *Euclidean* sebagai berikut.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

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

Contohnya dalam mencari jarak antara kecamatan Bangsal (u_1, v_1) ke kecamatan Dawarblandong (u_2, v_2) atau disimbolkan dengan d_{12}. Perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} d_{12} &= \sqrt{(u_1 - u_2)^2 + (v_1 - v_2)^2} \\ &= \sqrt{(-7.4990 + 7.3460)^2 + (112.4990 - 112.4110)^2} \\ &= \sqrt{0.023409 + 0.007744} \\ &= \sqrt{0.031153} \\ &= 0.176 \end{aligned}$$

Kabupaten Mojokerto mempunyai 18 kecamatan, maka jarak antar kecamatan akan membentuk matriks 18×18 seperti berikut.

$$d = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{21} & \dots & d_{181} \\ d_{12} & d_{31} & & d_{182} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ d_{118} & & & d_{1818} \end{bmatrix}$$

Hasil dari perhitungan jarak Euclidean antar kecamatan dapat dilihat pada Lampiran 4. Selanjutnya menentukan *bandwith* pada tiap jenis fungsi kernel.

Dalam mencari *bandwith* menggunakan CV (*Cross Validation*) dengan bantuan *software* R. Pada penelitian ini menggunakan 6 fungsi kernel maka nilai *bandwith* masing-masing kernel berbeda. Nilai *bandwith* tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4.5 *Bandwith* fungsi *Fixed* kernel

	Fixed Bi-square (FB)	**Fixed Gaussian (FG)**	**Fixed Tricube (FT)**
h	0.4053961	0.4054141	0.4054227

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada Tabel 4.5, dapat diketahui pada jenis fungsi *Fixed* kernel, *bandwith* yang didapatkan hanya ada satu karena pada fungsi ini memiliki *bandwith* yang sama pada tiap titik pengamatan.

Tabel 4.6 *Bandwith* fungsi *Adaptive* kernel

i	h_i	Adaptive Bi-Square (AB)	Adaptive Gaussian (AG)	Adaptive Tricube (AT)
1	h_1	0.1847677	0.1766407	0.1708543
2	h_2	0.3531858	0.3370091	0.2939579
3	h_3	0.2270266	0.1828535	0.1421458
4	h_4	0.2815115	0.2513075	0.2329838
5	h_5	0.3369516	0.2869275	0.1978965
6	h_6	0.3244404	0.265758	0.2133178
7	h_7	0.3222141	0.2924931	0.2720284
8	h_8	0.3177696	0.2869428	0.2662424
9	h_9	0.2375643	0.2086296	0.1499493
10	h_{10}	0.2045929	0.1959714	0.1573604
11	h_{11}	0.2060078	0.1960259	0.1800658
12	h_{12}	0.2928993	0.2804824	0.2212702
13	h_{13}	0.3531531	0.3129255	0.226925
14	h_{14}	0.2470983	0.2321684	0.1939574
15	h_{15}	0.1930466	0.1692627	0.1678394
16	h_{16}	0.2369025	0.2166744	0.1764597
17	h_{17}	0.3470859	0.3177784	0.2383958
18	h_{18}	0.2204834	0.2020064	0.178969

Sedangkan pada Tabel 4.6, dapat diketahui bahwa hasil perhitungan *bandwith* pada tiap jenis fungsi *Adaptive* kernel berbeda tiap lokasi pengamatan, hal ini karena nilai *bandwith* pada tiap titik lokasi. Pada Tabel 4.6 kolom $\boldsymbol{h_i}$ adalah *bandwith* tiap lokasi pengamatan yaitu kecamatan-kecamatan yang ada di Kabupaten Mojokerto, h_1 sampai dengan h_{18} adalah nama kecamatan seperti pada Tabel 4.1.

Setelah didapatkan jarak antar kecamatan dan *bandwith* tiap fungsi pembobot maka dapat dibentuk matriks pembobot dengan memasukkan jarak

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dan *bandwith* ke dalam rumus tiap fungsi kernel. Matriks pembobot dapat dilihat pada tiap fungsi kernel dapat dilihat pada Lampiran 5 sampai dengan Lampiran 10. Matriks pembobot ini digunakan untuk melakukan estimasi parameter model GWNBR di tiap kecamatan di Kabupaten Mojokerto. Dalam mengestimasi parameter dibantu oleh *software* R. Hasil estimasi parameter tiap fungsi pembobot dan tiap kecamatan dapat dilihat pada Lampiran 17 sampai dengan Lampiran 22.

4.5.1. Pengujian kesamaan model GWNBR dengan regresi binomial negatif

Pengujian kesamaan model ini dilakukan untuk mengetahui apakah model GWNBR berbeda signifikan dengan model regresi binomial negatif. Hipotesisnya sebagai berikut:

$H_0: \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j; i = 1,2, \dots ,18 \; ; j = 0,1,2, \dots ,6$

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

Uji ini dilakukan pada masing-masing model GWNBR dengan fungsi pembobot. Hasil perhitungan F_{hit} pada masing-masing model GWNBR dan model regresi binomial negatif dengan *software* R adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7 Nilai F_{hit} pada tiap fungsi kernel

	F_{hit}		F_{hit}
AB	11.3710	**FB**	11.7558
AG	11.8201	**FG**	11.9264
AT	11.2260	**FT**	11.7932

Nilai F hitung pada masing-masing pembobot dibandingkan dengan F tabel. Nilai F tabel sebesar $F_{(0,05;6;6)}$ = 4.28. Dari tabel tersebut dapat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

diketahui bahwa nilai F hitung lebih besar dari 4.28, maka tolak H_0 yang berarti terdapat perbedaan model GWNBR dengan model regresi binomial negatif.

4.5.2. Pengujian parameter model GWNBR secara simultan dan parsial

4.5.2.1 Pengujian secara simultan

Hipotesi untuk pengujian secara simultan sebagai berikut:

$H_0: \beta_1(u_i, v_i) = \cdots = \beta_k(u_i, v_i) = 0$

H_1: paling tidak terdapat satu$\beta_j(u_i, v_i)$yang tidak sama dengan nol;

$i = 1,2, \ldots ,18$; $j = 1,2, \ldots ,9$

Uji ini dilakukan pada masing-masing model GWNBR dengan fungsi pembobot. Hasil perhitungan devians pada masing-masing model GWNBR dan model regresi binomial negatif dengan *software* R adalah sebagai berikut:

Tabel 4.8 Nilai Devians Pada Tiap Fungsi Kernel

	Devians		Devians
AB	99.5249	**FB**	96.2667
AG	95.7431	**FG**	94.8900
AT	100.8097	**FT**	95.9616

Nilai devians pada masing-masing pembobot dibandingkan dengan $\mathcal{X}^2{}_{(\alpha,k)}$. Nilai $\mathcal{X}^2{}_{(0.05,6)}$adalah 12.591. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa nilai devians lebih besar dari 12.591, maka tolak H_0 yang berarti paling tidak terdapat satu parameter model GWNBR pada setiap lokasi pengamatan yang berpengaruh signifikan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.5.2.2. Pengujian secara parsial

Hipotesis dari uji parsial ini sebagai berikut:

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

$H_1: \beta_j(u_i, v_i) \neq 0; i = 1,2, \dots, 18\ ; j = 0,1,2, \dots, 9$

Setiap pembobot menghasilkan signifikansi variabel disetiap kecamatan berbeda-beda sehingga menghasilkan signifikansi parameter yang berbeda pula. Nilai $|Z_{hit}|$ dibandingkan dengan $Z_{\alpha/2}$ adalah $Z_{0.05/2} = 1.96$. Jika nilai $|Z_{hit}| > Z_{0.05/2}$ maka tolak H_0 dan variabel tersebut signifikan terhadap model. Berikut adalah variabel yang signifikan di tiap kecamatan pada masing-masing pembobot sebagai berikut:

Tabel 4.9 Variabel yang signifikan pada masing-masing pembobot

No	Kecamatan	Variabel Signifikan					
		AB	***AG***	***AT***	***FB***	***FG***	***FT***
1	A	x1,x3,x4	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4	x1,x3,x4, x5	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4,x5
2	B	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5
3	C	x1,x3,x4, x5	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x3,x4, x5	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4,x5
4	D	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x3,x4, x5
5	E	x3,x4,x5	x1,x2,x3, x4,x5	x3,x4,x5	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4,x5
6	F	x1,x3,x4, x5	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4,x5
7	G	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5
8	H	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5
9	I	x1,x3,x4	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x3,x4	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4,x5
10	J	x1,x3,x4	x1,x2,x3, x4	x1,x3,x4	x1,x3,x4, x5	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x3,x4, x5

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Kecamatan	Variabel Signifikan					
		AB	*AG*	*AT*	*FB*	*FG*	*FT*
11	K	x1,x3,x4	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x3,x4	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4,x5
12	L	x1,x2,x3, x4	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4	x1,x2,x3, x4	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4
13	M	x1,x2,x3, x4	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4	x1,x2,x3, x4	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4,x5
14	N	x1,x3,x4	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x3,x4	x1,x2,x3, x4	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4,x5
15	O	x1,x3,x4	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4	x1,x3,x4, x5	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x3,x4, x5
16	P	x1,x3,x4, x5,x6	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x3,x4, x5
17	Q	x1,x2,x3, x4	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4	x1,x2,x3, x4	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x2,x3, x4
18	R	x1,x3,x4	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x3,x4, x5	x1,x2,x3, x4,x5	x1,x3,x4, x5

Dari hasil uji secara parsial untuk model GWNBR menunjukkan masing-masing pembobot menghasilkan variabel prediktor signifikan berbeda tiap model seperti pada Tabel 4.9. Pada Tabel 4.9 terdapat beberapa kecamatan yang memiliki beberapa variabel signifikan yang sama pada masing-masing pembobot, maka kecamatan-kecamatan tersebut dapat dikelompokkan menurut variabel yang signifikan seperti pada Tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Pengelompokkan kecamatan menurut variabel yang signifikan pada masing-masing pembobot

Pembo-bot	Kecamatan	Variabel signifikan
AB	Bangsal, Kutorejo, Mojoanyar, Mojosari, Pungging, Puri, Trowulan	x_1,x_3,x_4
	Gondang	x_3,x_4,x_5
	Trawas, Ngoro, Pacet	x_1,x_2,x_3,x_4
	Dawarblandong, Dlanggu, Gedeg, Jatirejo, Jetis, Kemlagi	x_1,x_3,x_4,x_5
	Sooko	x_1,x_3,x_4,x_5,x_6

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pembo-bot	Kecamatan	Variabel signifikan
AG	Bangsal, Dawarblandong, Gedeg, Jetis, Kemlagi, Puri, Sooko, Trowulan	x_1, x_3, x_4, x_5
	Dlanggu, Gondang, Jatirejo, Kutorejo, Mojoanyar, Mojosari, Ngoro, Pacet, Pungging, Trawas	x_1, x_2, x_3, x_4, x_5
AT	Bangsal, Kutorejo, Mojoanyar, Mojosari, Puri, Pungging	x_1, x_3, x_4
	Gondang	x_3, x_4, x_5
	Trawas, Ngoro, Pacet	x_1, x_2, x_3, x_4
	Dlanggu, Gedeg, Jatirejo, Jetis, Kemlagi, Sooko, Trowulan, Dawarblandong	x_1, x_3, x_4, x_5
FB	Ngoro, Pungging, Pacet, Trawas	x_1, x_2, x_3, x_4
	Bangsal, Dawarblandong, Gedeg, Jatirejo, Jetis, Kemlagi, Mojoanyar, Puri, Sooko, Trowulan	x_1, x_3, x_4, x_5
	Dlanggu, Gondang, Kutorejo, Mojosari	x_1, x_2, x_3, x_4, x_5
FG	Dawarblandong, Jetis, Kemlagi	x_1, x_3, x_4, x_5
	Bangsal, Dlanggu, Gedeg, Gondang, Jatirejo, Kutorejo, Mojoanyar, Mojosari, Ngoro, Pacet, Pungging, Puri, Sooko, Trawas, Trowulan	x_1, x_2, x_3, x_4, x_5
FT	Ngoro, Trawas	x_1, x_2, x_3, x_4
	Dawarblandong, Jetis, Kemlagi, Trowulan, Sooko, Puri, Gedeg, Mojoanyar	x_1, x_3, x_4, x_5
	Bangsal, Gondang, Jatirejo, Kutorejo, Mojosari, Pacet, Pungging	x_1, x_2, x_3, x_4, x_5

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa pada pembobot AG dan FG menghasilkan 2 pengelompokkan. Variabel yang signifikan pada kelompok pertama adalah variabel presentase rumah bebas jentik nyamuk Aedes (x_1), kepadatan penduduk (x_3), presentase rumah tangga ber-PHBS (x_4), rasio tenaga medis (x_5). Kelompok kedua adalah variabel presentase rumah bebas jentik nyamuk Aedes (x_1), presentase rumah sehat (x2), kepadatan penduduk (x_3), presentase rumah tangga ber-PHBS (x_4), rasio tenaga medis (x_5).

Pada Tabel 4.10 menunjukkan bahwa pembobot FB dan FT didapatkan 3 pengelompokkan menurut variabel yang signifikan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kelompok 1 dengan variabel presentase rumah bebas jentik nyamuk Aedes (x_1), presentase rumah sehat (x_2), kepadatan penduduk (x_3), presentase rumah tangga ber-PHBS (x_4). Kelompok 2 adalah variabel presentase rumah bebas jentik nyamuk Aedes (x_1), variabel kepadatan penduduk (x_3), presentase rumah tangga ber-PHBS (x_4). Kelompok 3 adalah variabel presentase rumah bebas jentik nyamuk Aedes (x_1), presentase rumah sehat (x_2), kepadatan penduduk (x_3), presentase rumah tangga ber-PHBS (x_4), rasio tenaga medis (x_5).

Pembobot AT didapatkan 4 pengelompokkan. Kelompok 1 dengan variabel presentase rumah bebas jentik nyamuk Aedes (x_1), kepadatan penduduk (x_3), presentase rumah tangga ber-PHBS (x_4). Kelompok 2 adalah variabel kepadatan penduduk (x_3), rumah tangga ber-PHBS (x_4), rasio tenaga medis (x_5). Kelompok 3 adalah variabel variabel presentase rumah bebas jentik nyamuk Aedes (x_1), presentase rumah sehat (x_2), kepadatan penduduk (x_3), presentase rumah tangga ber-PHBS (x_4). Kelompok 4 dengan presentase rumah bebas jentik nyamuk Aedes (x_1), kepadatan penduduk (x_3), presentase rumah tangga ber-PHBS (x_4), rasio tenaga medis (x_5).

Berdasarakan Tabel 4.10 juga dapat diketahui pembobot AB didapatkan lima pengelompokkan berdasarkan variabel yang signifikan. Kelompok 1 adalah variabel presentase rumah bebas jentik nyamuk Aedes (x_1), presentase rumah sehat (x_2), kepadatan penduduk (x_3). Kelompok 2 adalah variabel presentase rumah bebas jentik

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

nyamuk Aedes (x_1), kepadatan penduduk (x_3), presentase rumah tangga ber-PHBS (x_4). Kelompok 3 adalah variabel presentase rumah bebas jentik nyamuk Aedes (x_1), presentase rumah sehat (x_2), kepadatan penduduk (x_3), presentase rumah tangga ber-PHBS (x_4). Kelompok 4 adalah variabel presentase rumah bebas jentik nyamuk Aedes (x_1), kepadatan penduduk (x_3), presentase rumah tangga ber-PHBS (x_4), rasio tenaga medis (x_5). Kelompok 5 adalah variabel presentase rumah bebas jentik nyamuk Aedes (x_1), kepadatan penduduk (x_3), presentase rumah tangga ber-PHBS (x_4), rasio tenaga medis (x_5), rasio sarana kesehatan (x_6).

4.5.3. Model GWNBR

Hasil dari pemodelan menggunakan GWNBR dengan enam jenis fungsi pembobot yang berbeda ini menghasilkan model yang berbeda-beda tiap kecamatan. Salah satu model GWNBR yang didapat adalah dari lokasi penelitian ke-1 (u_1, v_1) yaitu kecamatan Bangsal. Berikut Tabel 4.11 adalah model-model yang terbentuk dari enam jenis fungsi pembobot yang berbeda.

Tabel 4.11 Model GWNBR pada tiap fungsi pembobot di Kecamatan Bangsal

Fungsi Pembobot	Model GWNBR
AB	$\hat{\mu} = exp(-0.931829741 + 0.021105856X_1 - 0.001484149X_2 + 0.000532912X_3 + 0.026320362X_4 + 0.136928347X_5 - 0.434914787X_6)$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Fungsi Pembobot	Model GWNBR
AG	$\hat{\mu} = exp(-0.887200287 + 0.018073771X_1 - 0.003180351X_2 + 0.000591985X_3 + 0.030751962X_4 + 0.288465447X_5 - 0.463028513X_6)$
AT	$\hat{\mu} = exp(-0.931829741 + 0.021105856X_1 - 0.001484149X_2 + 0.000532912X_3 + 0.026320362X_4 + 0.136928347X_5 - 0.434914787X_6)$
FB	$\hat{\mu} = exp(-0.886250533 + 0.017900579X_1 - 0.003211406X_2 + 0.000594536X_3 + 0.030902946X_4 + 0.290224171X_5 - 0.461663629X_6)$
FG	$\hat{\mu} = exp(-0.882659983 + 0.017155226X_1 - 0.003301467X_2 + 0.000605077X_3 + 0.031553880X_4 + 0.298503645X_5 - 0.456564204X_6)$
FT	$\hat{\mu} = exp(-0.884423840 + 0.0175606410X_1 - 0.003260714I_2 + 0.000599472X_3 + 0.031203026X_4 + 0.293545872X_5 - 0.459336409X_6)$

4.6. Perbandingan Model GWNBR

Model GWNBR yang didapatkan dari semua pembobot *adaptive* kernel yaitu pembobot *adaptive bi-square* kernel, *adaptive gaussian* kernel, dan *adaptive tricube* kernel serta *fixed* kernel yaitu *fixed bi square*, *fixed gaussian*, dan *fixed tricube* dibandingkan dengan menghitung nilai *devians* dari tiap fungsi kernel. Nilai *devians* yang terkecil atau minimum merupakan model terbaik. Berikut Tabel 4.12 hasil perhitungan nilai *devians* untuk semua pembobot kernel.

Tabel 4.12 Perbandingan Model GWNBR

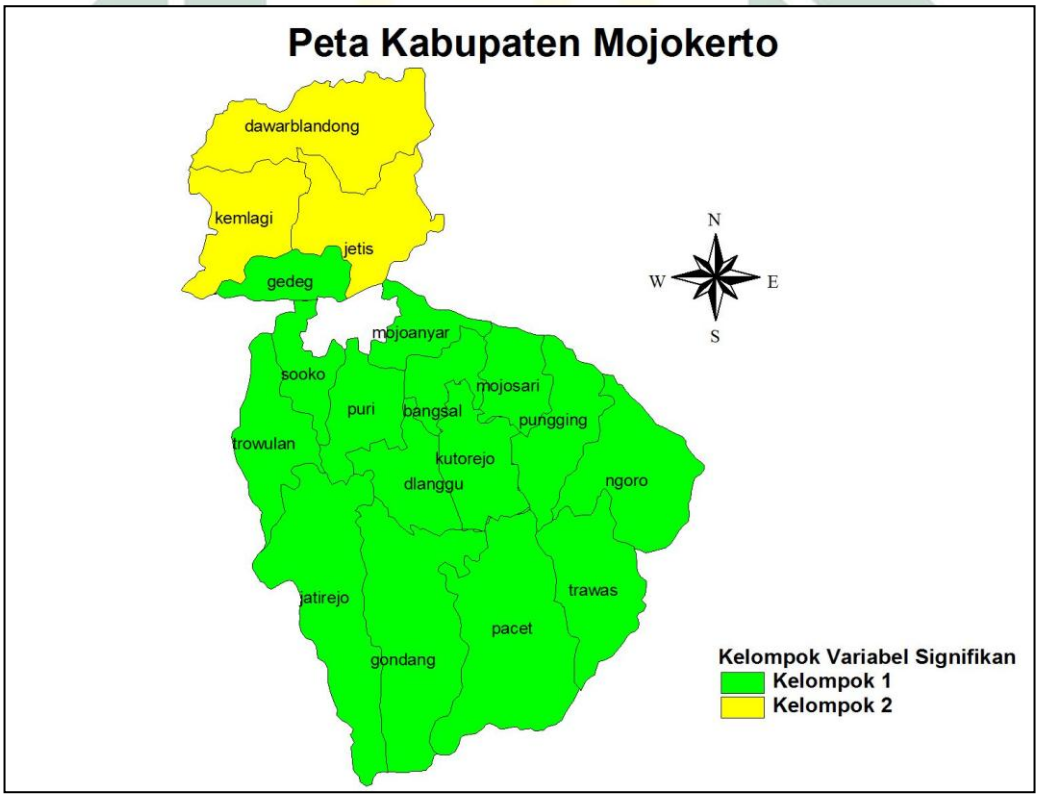
Fungsi Pembobot	*Devians*
AB	99.5249
AG	95.7431
AT	100.8097

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Fungsi Pembobot	*Devians*
FB	96.2667
FG	**94.8900**
FT	95.9616

Berdasarkan Tabel 4.12 dapat diketahui nilai *devians* terkecil adalah pada model GWNBR dengan pembobot *fixed gaussian*. Oleh karena itu, model GWNBR yang terbaik adalah model dengan fungsi pembobot *fixed gaussian* karena nilai *devians*-nya terkecil yaitu 94.8900.

Hasil pengelompokkan dari model GWNBR dengan fungsi pembobot *fixed gaussian* dapat direpresentasikan pada peta Kabupaten Mojokerto yaitu pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Peta Pengelompokkan Variabel Signifikan

Pada Gambar 4.1 tersebut menunjukkan bahwa terdapat dua kelompok variabel-variabel yang berpengaruh signifikan. Kelompok 1 pada peta

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

merupakan wilayah yang berwarna merah dengan variabel-variabel signifikan yaitu variabel x_1 (presentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes*), x_2 (presentase rumah sehat), x_3 (kepadatan penduduk), x_4 (presentase rumah tangga ber-PHBS), x_5 (rasio tenaga medis) dengan anggotanya Kecamatan Bangsal, Dlanggu, Gedeg, Gondang, Jatirejo, Kutorejo, Mojoanyar, Mojosari, Ngoro, Pacet, Pungging, Puri, Sooko, Trawas, Trowulan. Pada kelompok ini menunjukkan bahwa semakin tinggi presentase rumah bebas jentik, presentase rumah sehat, rasio tenaga medis, dan presentase rumah tangga ber-PHBS maka akan dapat mengurangi jumlah kasus DBD atau dapat maksimal dalam menanggulangi penyakit DBD. Selain itu jika kepadatan penduduk semakin besar maka jumlah kasus DBD akan semakin meningkat. Hal tersebut karena semakin besar kepadatan penduduk maka lingkungan di daerah tersebut berpotensi semakin kumuh. Lingkungan kumuh merupakan tempat berkembangbiak vektor penular penyakit DBD atau nyamuk *Aedes*, maka jika semakin lingkungan tersebut kumuh maka akan semakin mempercepat perkembangbiakan nyamuk tersebut.

Kelompok 2 dengan wilayah yang berwarna biru, variabel-variabel signifikan yaitu variabel x_1 (presentase rumah/bangunan bebas jentik nyamuk *Aedes*), x_3 (kepadatan penduduk), x_4 (presentase rumah tangga ber-PHBS), x_5 (rasio tenaga medis) beranggotakan Kecamatan Dawarblandong, Kemlagi, Jetis. Pada kelompok ini sama halnya dengan kelompok 1, namun pada variabel x_2 atau rumah sehat tidak berpengaruh secara signifikan. Dari data yang diperoleh atau pada Tabel 4.3 dapat diketahui nilai presentase rumah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sehat pada 3 kecamatan anggota kelompok ini lebih dari 50%, hal tersebut menunjukkan bahwa di 3 kecamatan tersebut sudah banyak rumah tangga ber-PHBS. Hal inilah yang menyebabkan variabel ini tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus DBD kecamatan-kecamatan tersebut.

Pada Gambar 4.1 juga dapat diketahui bahwa daerah selatan kabupaten Mojokerto merupakan daerah yang termasuk pada kelompok 1 sedangkan daerah selatan merupakan kelompok 2. Daerah selatan Kabupaten Mojokerto rata-rata wilayahnya merupakan dataran tinggi, masih banyak hutan, area persawahan, dan perkebunan. Tempat-tempat tersebut merupakan tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes Aegypti*. Rumah masyarakat di wilayah tersebut berdekatan dengan tempat seperti itu sehingga masyarakat sekitar berpeluang tinggi terken gigitan nyamuk tersebut dan terkena penyakit DBD. Agar menanggulangi hal tersebut maka rumah-rumah masyarakat harus memenuhi rumah yang sehat atau rumah sehat. Dibutuhkannya rumah sehat pada kelompok 1 juga sesuai dengan pengolahan data yang diperoleh. Pada Tabel 4.1 rata-rata kecamatan yang termasuk dalam anggota kelompok 1 memiliki nilai presentase rumah sehat di bawah 50% maka rumah-rumah di kecamatan-kecamatan tersebut harus memenuhi syarat rumah sehat. Hal tersebut sesuai dengan hasil pengelompokkan pada model GWNBR yaitu salah satu variabel yang signifikan pada kelompok 1 adalah variabel rumah sehat (x_2).

Pada kelompok-kelompok yang didapatkan tersebut Dinas Kesehatan Kabupaten Mojokerto dapat melakukan upaya pencegahan penyakit DBD di

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tiap kecamatan secara tepat. Seperti pada kecamatan yang termasuk dalam kelompok 1, contohnya memberikan penyuluhan betapa pentingnya memiliki rumah sehat sehingga presentase rumah sehat akan semakin meningkat dan jumlah kasus DBD di kecamatan tersebut akan berkurang.

Pada pengelompokkan yang telah diperoleh tersebut juga dapat diketahui bahwa variabel x_1,x_3,x_4, dan x_5 berpengaruh signifikan di semua kecamatan di Kabupaten Mojokerto. Hal tersebut menunjukkan bahwa variabel-variabel tersebut perlu diperhatikan juga oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Mojokerto. Pada variabel x_1 atau presentase rumah bebas jentik nyamuk *Aedes* dan variabel x_4 atau presentae rumah tangga ber-PHBS, karena semakin tinggi nilai variabel ini akan mengurangi jumlah kasus DBD maka diperlukan kegiatan yang dapat meningkatkan jumlah rumah bebas jentik nyamuk *Aedes* dan rumah tangga ber-PHBS. Contohnya, penyuluhan agar masyarakat sadar akan pentingnya membersihkan tempat-tempat yang menjadi sarang jentik nyamuk. Mengadakan kegiatan kerja bakti untuk membersihkan sarang jentik nyamuk, memberikan sosialisasi kepada masyarakat tentang menjaga lingkungan sekitar, dan lain sebagainya.

Kepadatan penduduk atau variabel x_3 merupakan variabel yang jika semakin bertambah maka akan semakin meningkatkan jumlah kasus DBD. Maka, untuk mengatasi kepadatan penduduk yang semakin bertambah diperlukan suatu pengendalian jumlah pertambahan penduduk. Contohnya melakukan penyuluhan tentang pentingnya KB / Keluarga Berencana.

Pada rasio tenaga medis (dokter umum) atau variabel x_5 merupakan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

variabel yang jika semakin besar nilainya maka semakin mengurangi kasus DBD. Hal ini dikarenakan jika nilai rasio tenaga medis semakin besar maka jumlah tenaga medis di suatu kecamatan semakin banyak. Jika semakin banyak jumlah tenaga medis maka penanganan kasus DBD akan semakin cepat dan penyuluhan tentang pencegahan penyakit DBD akan semakin banyak. Oleh karena itu, perlu adanya penambahan tenaga medis pada tiap kecamatan di kabupaten Mojokerto, sehingga dapat mengurangi jumlah kasus DBD.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V
PENUTUP

5.1. Kesimpulan

5.1.1. Pada pemodelan jumlah kasus DBD di Kabupaten Mojokerto menggunakan metode GWNBR dengan enam jenis fungsi pembobot yang berbeda dihasilkan model berbeda tiap jenis fungsi pembobot. Dalam pemodelan ini bergantung pada lokasi pengamatan sehingga model yang dihasilkan setiap kecamatan di Kabupaten Mojokerto berbeda.

5.1.2. Dalam membandingkan hasil model GWNBR dengan enam jenis fungsi pembobot yang berbeda digunakan nilai *devians*. Setiap model GWNBR dengan fungsi pembobot yang berbeda didapatkan nilai *devians* yang berbeda pula. Nilai *devians* paling kecil terdapat pada model GWNBR dengan fungsi *Fixed Gaussian* kernel, maka model dengan fungsi tersebut merupakan model yang paling baik. Hasil dari pemodelan dengan fungsi *Fixed Gaussian* kernel didapatkan 2 pengelompokkan berdasarkan variabel yang signifikan berpengaruh. Kelompok pertama yaitu variabel yang signifikan adalah variabel presentase rumah bebas jentik nyamuk *Aedes* (x_1), kepadatan penduduk (x_3), rasio tenaga medis (x_4), presentase rumah sakit (x_5). Sedangkan, kelompok kedua adalah variabel presentase rumah bebas jentik nyamuk *Aedes* (x_1), presentase rumah tangga ber-PHBS (x2)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kepadatan penduduk (x_3), rasio tenaga medis (x_4), presentase rumah sakit (x_5). Variabel yang berpengaruh signifikan pada setiap kecamatan di Kabupaten Mojokerto adalah variabel presentase rumah bebas jentik nyamuk *Aedes*, kepadatan penduduk, rasio tenaga medis, dan presentase rumah sakit.

5.2. Saran

5.2.1. Dalam memodelkan jumlah kasus DBD pada penelitian ini menggunakan 6 (enam) variabel prediktor, perlu ditambahkan variabel-variabel lain yang mungkin dapat mempengaruhi jumlah kasus DBD.

5.2.2. Dalam penelitian ini untuk membandingkan model tiap fungsi kernel menggunakan nilai *devians*. Dalam penelitian selanjutnya dapat menggunakan meetode pembanding yang lain.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Amaliasari, C. (2015). Penggunaan Pembobot Adaptive Gaussian Kernel dan Adaptive Bisquare Kernel Pada Model Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR). *Jurnal Mahasiswa Statistika*, *3*(3).

Arief, S. (2019). Penderita DBD di Kabupaten Mojokerto Alami Peningkatan. Retrieved February 28, 2019, from https://faktualnews.co/2019/01/08/penderita-dbd-di-kabupaten-mojokerto-alami-peningkatan/117087/

Bahreisy, S. (1992). *Tanbihul Ghafilin (Peringatan Bagi Yang Lupa)* (5th ed.). Surabaya: PT Bina Ilmu.

BPS Provinsi Jawa Timur. (2018). *Provinsi Jawa Timur Dalam Angka (Jawa Timur Province in Figures) 2018*. Surabaya: BPS Provinsi Jawa Timur.

Chariris, M. (2019). Kasus DBD di KabupatenMeningkat, Dewan Mengaku Kaget.

Hidayanti, U., Latra, I. N., & Purhadi. (2015). Pemodelan dan Pemetaan Jumlah Kasus DBD di Kota Surabaya dengan Geographically Weighted Negative Binomial Regression (Gwnbr) dan Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, *4*(2).

Kementerian Kesehatan RI. (2010). Buletin Jendela Epidemiologi. https://doi.org/ISSN-2087-1546

Kementrian Kesehatan Indonesia. (2018). *Data dan Informasi Profil Kesehatan Indonesia 2017*. (R. Kurniawan, B. Hardhana, & Yudianto, Eds.). Jakarta: Kementrian Kesehatan Indonesia.

Kurniadi, A., & Sutikno. (2018). Analisis Spasial Persebaran dan Pemetaan Dengue di KabupatenLumajang dengan Spatial Pattern Analysis dan Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, *7*(2).

Pamungkas, R. A., Yasin, H., & Rahmawati, R. (2016). Perbandingan model gwr dengan fixed dan adaptive bandwidth untuk persentase penduduk miskin di jawa tengah. *Jurnal Gaussian*, *5*, 535–544.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Rahmayanti, D., & Rizki, S. W. (2018). Penanganan overdispersi dengan model binomial negatif pada data klaim asuransi kendaraan bermotor roda empat. *Buletin Ilmiah Math. Stat Dan Terapan (Bimaster)*, *07*(2), 55–62.

Ramadhan, R. F., & Kurniawan, R. (2016). PEMODELAN DATA KEMATIAN BAYI DENGAN GEOGRAPHICALLY WEIGHTED. *Media Statistika 9*, *2*(January 2017). https://doi.org/10.14710/medstat.9.2.95-106

Ricardo, A. (2016). Geographically Weighted Negative Binomial Regression — incorporating overdispersion A SAS Macro for *Geographically Weighted Negative Binomial Regression*, (September 2014). https://doi.org/10.1007/s11222-013-9401-9

Rini, D. S. (2018). Geographically Weighted Negative Binomial Regression untuk Jumlah Kasus Demam Berdarah Dengue Kabupaten/Kota Provinsi Bengkulu. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, *1*, 736–744.

Setiawan, A. (2015). *Pengantar Statistika Matematika*. Semarang: Widya Sari Press Salatiga.

Yuli, D., & Indriani, D. (2015). Pemodelan Binomial Negatif Untuk Mengatasi Overdispersi Data Diskrit Pada Kasus Baru Tb Di Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Biometrika Dan Kependudukan*, *4*(2), 134–142.

Yusriati, S., Saputro, D. R. S., & Kuntari, S. (2012). Pemodelan banyaknya penderita demam berdarah, 638–645.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id