

Pemetaan Angka Gizi Buruk pada Balita di Jawa Timur dengan *Geographically Weighted Regression*

Aditya Kurniawati, Mutiah Salamah C., dan Shofi Andari

Jurusan Statistika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: aditya.kurniawati@gmail.com, mutiah_s@statistika.its.ac.id, shofi.andari@statistika.its.ac.id

Abstrak—Status gizi balita merupakan salah satu indikator dalam menilai derajat kesehatan masyarakat serta tolak ukur kesejahteraan suatu bangsa. Di antara semua provinsi di Indonesia, tingkat angka gizi buruk balita di Jawa Timur termasuk dalam kelompok menengah dan belum dapat memenuhi target Dinas Kesehatan. Selain faktor kesehatan, kemiskinan serta lingkungan juga mempengaruhi angka gizi buruk pada balita, tetapi kondisi kesehatan, lingkungan, dan ekonomi pada tiap kabupaten/kota di Jawa Timur berbeda-beda. Oleh sebab itu pada penelitian ini digunakan pendekatan geografis dalam memodelkan angka gizi buruk pada balita dengan variabel-variabel yang diduga mempengaruhinya. Analisis statistika yang digunakan untuk menyelesaikan masalah ini yaitu *Geographically Weighted Regression* (GWR). Berdasarkan pengujian heterogenitas spasial, angka gizi buruk pada balita memiliki keragaman antara satu wilayah dengan wilayah lain. Pembobot yang digunakan pada penelitian ini adalah fungsi kernel *fixed gaussian* dengan AIC sebesar 294,2464. Nilai R^2 yang dihasilkan model GWR sebesar 15,04%, nilai ini lebih besar dibandingkan model regresi linier, yaitu sebesar 14,16%. Terbentuk dua kelompok daerah berdasarkan variabel yang signifikan. Kelompok pertama yaitu kabupaten/kota yang berada di bagian timur provinsi Jawa Timur, di mana persentase penduduk miskin berpengaruh terhadap angka gizi buruk balita. Sedangkan kelompok kedua yaitu bagian barat Jawa Timur, di mana persentase penduduk miskin dan persentase posyandu puri berpengaruh terhadap angka gizi buruk balita.

Kata Kunci—Angka Gizi Buruk, Aspek Spasial, GWR.

I. PENDAHULUAN

Status gizi balita merupakan salah satu indikator dalam menilai derajat kesehatan masyarakat serta tolak ukur kesejahteraan suatu bangsa. Menurut UNICEF, Indonesia menduduki peringkat kelima dunia untuk negara dengan jumlah balita kurang gizi terbanyak, dengan perkiraan 36% atau sebesar 7,7 juta anak balita [1]. Kondisi tersebut perlu diperhatikan karena balita kurang gizi lebih berisiko terkena penyakit dan pertumbuhan terhambat yang mengakibatkan sulit mendapat penghasilan ketika dewasa.

Salah satu target *Millennium Development Goals* (MDG's) yang harus dicapai pada tahun 2015 adalah menurunkan prevalensi balita gizi buruk menjadi 3,6%. Gizi buruk menurut Dinas Kesehatan Jawa Timur adalah status kondisi seseorang yang kekurangan nutrisi, atau nutrisinya di bawah standar rata-rata [2]. Di antara semua provinsi di Indonesia, tingkat angka gizi buruk balita Jawa Timur termasuk dalam kelompok menengah di mana terdapat 22.703 balita mengalami gizi buruk. Dinas

Kesehatan berupaya menekan angka ini sesuai dengan target, yakni 0% atau tidak ada lagi balita yang menderita gizi buruk.

Angka gizi buruk balita di Jawa Timur belum mampu men-capai target, sehingga perlu adanya penelitian mengenai faktor-faktor yang berkaitan dengan angka gizi buruk balita. Penelitian tentang gizi buruk antara lain dilakukan oleh Megahardiyani yang meneliti gizi balita masyarakat nelayan kecamatan Bulak Surabaya dengan regresi logistik ordinal [3]. Dewi meneliti gizi buruk di Jawa Timur dengan pendekatan regresi nonparametrik *spline* [4]. Kemudian Saputra & Nurizka meneliti gizi buruk dan gizi kurang dengan regresi logistik ordinal [5]. Penelitian-penelitian tersebut belum menekankan aspek spasial, di mana pada setiap lokasi diang-gap mempunyai ciri yang sama. Tetapi kondisi kesehatan, lingkungan, dan ekonomi pada tiap kabupaten/kota di Jawa Timur berbeda-beda. Sehingga letak geografis merupakan sa-lah satu faktor yang mempengaruhi gizi balita. Berdasarkan kondisi tersebut, maka perlu untuk mengembangkan pemo-delan angka gizi buruk pada balita dengan mempertimbangkan adanya aspek geografi. Dengan demikian upaya untuk mene-kan angka gizi buruk dapat dilakukan dengan lebih efektif. Variabel respon yang digunakan yaitu angka gizi buruk balita di Jawa Timur yang berbentuk kontinu. Oleh sebab itu pada penelitian ini digunakan metode *Geographically Weighted Re-gression* (GWR). GWR adalah bentuk lokal dari regresi linier untuk variabel respon yang bersifat kontinu. Penelitian tentang GWR yang pernah dilakukan yaitu Ayunin pemodelan balita gizi buruk di kabupaten Ngawi [6]. Marchaningtyas meneliti tentang pemodelan kasus balita gizi buruk di kabupaten Bojo-negoro [7]. Maulani meneliti tentang faktor-faktor yang mem-pengaruhi kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat [8].

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu mendapatkan karakteristik serta hubungan angka gizi buruk pada balita di Jawa Timur dengan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya menggunakan GWR. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai informasi tentang faktor-faktor yang berpengaruh terhadap angka gizi buruk balita pada setiap kabupaten/kota di Jawa Timur.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Peta Tematik

Peta tematik adalah peta rupa bumi yang digunakan untuk memperlihatkan konsep geografis suatu kondisi tertentu, seperti populasi, kepadatan, iklim, dll,

berdasarkan data kualitatif maupun kuantitatif [9]. Salah satu metode klasifikasi peta tematik adalah *natural break*. Pada metode ini digunakan optimasi Jenks, yaitu mereduksi nilai varians pada kelas yang sama dan memaksimalkan nilai varians untuk kelas yang berbeda.

B. Multikolinieritas

Multikolinieritas digunakan untuk menunjukkan adanya hubungan linier di antara variabel-variabel prediktor dalam model regresi berganda. Pendeteksian adanya kasus multikolinieritas menurut Hocking (1996) dalam Santoso (2012) dapat dilihat melalui koefisien korelasi Pearson (r_{ij}) yang lebih dari 0,95 [10]. Selain itu untuk mengidentifikasi multikolinieritas dapat dilakukan dengan melihat nilai *variance inflation factors* (VIF) yang lebih besar dari 10. Berikut adalah rumusnya:

$$VIF_k = \frac{1}{1 - R_k^2} \quad (1)$$

dengan $R_k^2 = 1 - \frac{SSE}{SST}$ dan k adalah variabel prediktor ke- k .

C. Model Regresi Linier

Metode regresi linier merupakan metode yang digunakan untuk menjelaskan hubungan antara satu variabel respon dan satu atau lebih variabel bebas [13]

$$y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad (2)$$

Persamaan (2) merupakan model regresi linier dimana y adalah nilai observasi variabel respon pada pengamatan ke- i , X_{ik} adalah nilai observasi variabel prediktor ke- k pada pengamatan ke- i , β_0 adalah nilai intersep model regresi, β_k adalah koefisien regresi variabel prediktor ke- k , ε_i adalah error pada pengamatan ke- i dengan asumsi independen, identik, dan ber-distribusi normal, dengan mean nol dan varians konstan σ^2 .

Estimator dari parameter model (β) didapatkan dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Pendugaan parameter model didapat dari persamaan berikut [11].

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T y \quad (3)$$

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

Pengujian parameter secara serentak merupakan pengujian secara bersama semua parameter dalam model regresi. Hipotesis uji signifikansi parameter secara serentak adalah:

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

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

Statistik uji yang digunakan dalam pengujian ini:

$$F_{hit} = \frac{MSR}{MSE} \quad (4)$$

Daerah penolakan H_0 adalah $F_{hitung} > F_{\alpha, p(n-d-1)}$, yang artinya paling sedikit ada satu variabel prediktor yang memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel respon.

Pengujian signifikansi parameter secara parsial bertujuan untuk mengetahui parameter mana saja yang signifikan terhadap model. Hipotesisnya adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0, \text{ dimana } k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji yang digunakan dalam pengujian ini:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_k}{SE(\hat{\beta}_k)} \quad (5)$$

Daerah penolakan H_0 berlaku untuk $|t_{hitung}| > t_{(\alpha/2, n-o-1)}$.

D. Pengujian Aspek Data Spasial

Analisis spasial dilakukan jika data yang digunakan memenuhi aspek spasial yaitu memiliki dependensi spasial dan atau heterogenitas spasial. Dependensi spasial menunjukkan bahwa pengamatan di suatu lokasi bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Heterogenitas merujuk pada variasi yang terdapat di setiap lokasi. Setiap lokasi memiliki kekhasan atau karakteristik sendiri dibandingkan dengan lokasi lainnya [12].

Uji dependensi dilakukan menggunakan uji Moran's I dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : I = 0 \text{ (tidak ada dependensi spasial)}$$

$$H_1 : I \neq 0 \text{ (ada dependensi spasial)}$$

Statistik uji yang digunakan dalam pengujian ini [12]:

$$Z_I = \frac{\hat{I} - E(\hat{I})}{\sqrt{\text{var}(\hat{I})}} \quad (6)$$

Daerah penolakan H_0 berlaku untuk $|Z_{I \text{ hitung}}| > Z_{1-\alpha/2}$, dengan $\hat{I}_0 = E(\hat{I}) = \frac{-1}{n-1}$, $\text{var}(\hat{I}) = \frac{n^2 S_1 - n S_2 + 3 S_0 S_1^2}{(n^2-1) S_0^2} - [E(\hat{I})]^2$,

di mana $S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$, $S_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_{ij} + w_{ji})^2}{2}$, dan $S_2 = \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^n w_{ij} + \sum_{j=1}^n w_{ji})^2$. Indeks i adalah lokasi pengamatan asal, $i=1, 2, \dots, n$, indeks j adalah lokasi pengamatan yang dituju, $j=1, 2, \dots, n$, dan w_{ij} adalah bobot tiap titik data dengan lokasi i .

Uji heterogenitas spasial dilakukan menggunakan uji *Breusch Pagan* dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \text{variansi antar lokasi sama}$$

$$H_1 : \text{varians antar lokasi berbeda}$$

Statistik uji yang digunakan dalam pengujian ini [14]:

$$BP = (1/2) \mathbf{f}' \mathbf{Z} (\mathbf{Z}' \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}' \mathbf{f} \quad (7)$$

Daerah penolakan H_0 berlaku untuk $BP > \chi_{(\alpha, k)}^2$

dimana elemen matriks \mathbf{f} adalah $f_i = \left(\frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1 \right)$ dengan $e_i = y_i - \hat{y}_i$, (\hat{y}_i) diperoleh dari metode regresi linier), e_i^2 adalah kuadrat sisaan untuk pengamatan ke- i , $\hat{\sigma}^2$ adalah estimasi varians dari y , dan \mathbf{Z} merupakan matriks berukuran $n \times (p+1)$ yang berisi vektor yang sudah dinormal bakukan (z) untuk setiap pengamatan.

E. Model Geographically Weighted Regression (GWR)

Model *Geographically Weighted Regression* (GWR) merupakan pengembangan dari model regresi linier dimana setiap parameter dihitung pada setiap titik lokasi, sehingga setiap titik lokasi geografis mempunyai nilai parameter regresi yang berbeda-beda. Variabel respon y dalam model GWR bersifat kontinu dan diprediksi dengan variabel prediktor yang masing-masing koefisien regresinya bergantung pada lokasi di mana data tersebut diamati. Model GWR dapat ditulis sebagai berikut [13]:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i; \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

dengan y_i adalah nilai observasi variabel respon pada lokasi ke- i , x_{ik} adalah nilai observasi variabel prediktor ke- k pada lokasi ke- i , $k = 1, 2, \dots, p$, (u_i, v_i) adalah titik koordinat

longitude dan latitude lokasi ke- i , $\beta_0(u_i, v_i)$ adalah intersep model GWR, $\beta_k(u_i, v_i)$ adalah koefisien regresi variabel pre-diktor ke- k untuk lokasi ke- i , ε_i adalah error pada lokasi ke- i .

Matriks pembobot merupakan matriks diagonal yang menunjukkan pembobot yang bervariasi dari setiap prediksi parameter pada lokasi ke- i . Salah satu pembobot yang terbentuk dari fungsi kernel adalah *Fixed Gaussian*:

$$w_{ij} = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^2\right); i, j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

dengan $d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$ adalah jarak antara lokasi (u_i, v_i) ke lokasi (u_j, v_j) dan h_i adalah parameter non negatif yang diketahui di setiap lokasi ke- i dan biasanya disebut parameter penghalus (*bandwidth*) yang diperoleh dari CV minimum [13]:

$$CV(h) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{zi}(h))^2 \quad (10)$$

Estimasi parameter model GWR ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = (\mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{y} \quad (11)$$

Pengujian hipotesis pada model GWR terdiri dari pengujian model GWR secara serentak atau kesesuaian model untuk menguji signifikansi dari faktor geografis dan pengujian parameter model secara parsial.

Langkah pengujian kesesuaian model GWR meliputi penentuan hipotesis:

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

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

Statistik uji yang digunakan dalam pengujian ini [13]:

$$F = \frac{SSE(H_1)/(\delta_1^2/\delta_2)}{SSE(H_0)/(n-p-1)} \quad (12)$$

Daerah penolakan H_0 berlaku untuk $F > F_{(\alpha, df_1, df_2)}$, $df_1 = \delta_1^2/\delta_2$, $df_2 = n - p - 1$ dimana $\delta_1 = tr((\mathbf{I} - \mathbf{L})'(\mathbf{I} - \mathbf{L}))$ dan $\delta_2 = tr((\mathbf{I} - \mathbf{L})'(\mathbf{I} - \mathbf{L}))^2$ dengan \mathbf{L} adalah matriks proyeksi $\hat{\mathbf{y}}$.

Pengujian signifikansi parameter model secara parsial menggunakan hipotesis seperti berikut:

$$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = 0, k = 1, 2, \dots, p$$

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

Statistik uji yang digunakan dalam pengujian ini [13]:

$$t = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{\hat{\sigma}\sqrt{c_{kk}}} \quad (13)$$

Daerah penolakan H_0 berlaku untuk $|t| > t_{\alpha/2, (\delta_1^2/\delta_2)}$ dimana c_{kk} adalah elemen diagonal ke- k dari matriks $\mathbf{C}\mathbf{C}'$ dan matriks \mathbf{C} diperoleh dengan rumusan $\mathbf{C} = (\mathbf{X}'\mathbf{W}(u_i, v_i)\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{W}(u_i, v_i)$ dan $\hat{\sigma}$ adalah akar dari $\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE(H_1)}{\delta_1}$.

F. Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik dapat dilakukan dengan menggunakan metode yaitu AIC dengan nilai terkecil. Bentuk persamaan dari AIC adalah sebagai berikut [13]:

$$AIC = 2n \log_e(\hat{\sigma}) + n \log_e(2\pi) + n + tr(\mathbf{L}) \quad (14)$$

dengan $\hat{\sigma}^2 = SSE/n$.

G. Status Gizi Balita

Keadaan gizi yang baik merupakan prasyarat utama dalam mewujudkan sumber daya manusia yang sehat dan berkualitas. Gizi buruk (*severe malnutrition*) adalah suatu

kondisi di mana seseorang dinyatakan kekurangan nutrisi, atau dengan ungkapan lain nutrisinya berada di bawah standar rata-rata [3]. Angka gizi buruk dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{Angka gizi buruk pada balita} = \frac{\sum \text{balita gizi buruk}}{\sum \text{balita ditimbang}} \times 1000 \quad (15)$$

H. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Gizi Buruk Balita

Kejadian gizi buruk pada anak bukan saja disebabkan oleh rendahnya *intake* (konsumsi) makanan terhadap kebutuhan makanan anak, tetapi kebanyakan orang tua tidak tahu melakukan penilaian status gizi terhadap anaknya [6]. Menurut Departemen Kesehatan indikator program gizi yang diperlukan dalam pelaporan gizi di antaranya jumlah Fe, berat badan balita, cakupan ASI eksklusif, vitamin A, MP-ASI, dan konsumsi garam beryodium.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2013 dan Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) tahun 2013.

B. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat satu variabel respon dan enam variabel prediktor dengan unit observasi 38 kabupaten/kota di Jawa Timur.

TABEL 1. VARIABEL PENELITIAN

No.	Variabel	Skala Variabel
1	Angka Gizi Buruk pada Balita (Y)	Rasio
2	Persentase Ibu Hamil Mendapat Fe3 (X ₁)	Rasio
3	Persentase Berat Badan Bayi Lahir Rendah (X ₂)	Rasio
4	Persentase Pemberian ASI Eksklusif (X ₃)	Rasio
5	Persentase Posyandu Puri (X ₄)	Rasio
6	Persentase Rumah Tangga Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) (X ₅)	Rasio
7	Persentase Penduduk Miskin (X ₆)	Rasio

C. Langkah Analisis Data

Berikut adalah langkah-langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini.

1. Mendeskripsikan karakteristik angka gizi buruk pada balita dan faktor-faktor yang mempengaruhi di Jawa Timur dengan menggunakan statistika deskriptif serta peta tematik.
2. Mendeteksi dan mengatasi kasus multikolinieritas berdasarkan nilai VIF.
3. Menganalisis model gizi buruk menggunakan regresi linier berganda dengan langkah sebagai berikut.
 - a. Melakukan estimasi parameter model regresi linier berganda.
 - b. Melakukan pengujian signifikansi parameter.
4. Melakukan pengujian aspek data spasial, yaitu depen-densi spasial serta uji heterogenitas spasial.
5. Menganalisis model gizi buruk menggunakan GWR dengan langkah sebagai berikut.
 - a. Menghitung jarak *euclidean* antar lokasi pengamatan berdasarkan letak geografis. Jarak *euclidean* antara

lokasi i pada koordinat (u_i, v_i) terhadap lokasi j pada koordinat (u_j, v_j) .

- b. Menentukan *bandwith* optimum dengan menggunakan metode CV.
- c. Menentukan pembobot optimum dengan *bandwith* optimum yang didapat.
- d. Mendapatkan estimator parameter model GWR.
- e. Melakukan uji serentak atau uji kesesuaian model GWR
- f. Melakukan pengujian secara parsial pada parameter GWR.
- g. Membuat peta tematik berdasarkan variabel signifikan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

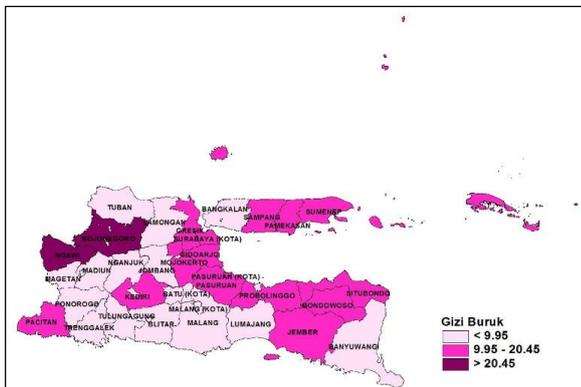
A. Karakteristik Angka Gizi Buruk pada Balita dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya

Sebelum melakukan pemodelan dengan menggunakan metode regresi linier berganda dan GWR, terlebih dahulu dilakukan analisis secara deskriptif dan visual untuk mengetahui karakteristik variabel yang digunakan.

TABEL 2. STATISTIKA DESKRIPTIF VARIABEL RESPON DAN PREDIKTOR

Variabel	Mean	Varians	Minimum	Maksimum
Y	11,91	134,67	3,92	70,55
X ₁	84,76	45,37	67,60	99,14
X ₂	3,93	2,79	1,27	11,22
X ₃	66,62	143,64	22,92	85,81
X ₄	1,25	0,19	0,50	2,05
X ₅	45,34	210,75	17,14	67,32
X ₆	12,54	27,14	4,77	27,08

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata angka gizi buruk balita pada kabupaten/kota di Jawa Timur tahun 2013 sebesar 11,91. Hal ini menunjukkan bahwa angka gizi buruk pada balita cukup rendah, yaitu dari 1000 balita terdapat 11,91 atau 12 balita yang mengalami gizi buruk. Faktor yang memiliki keragaman data paling tinggi yaitu persentase rumah tangga ber-PHBS.



Gambar 1. Persebaran Angka Gizi Buruk pada Balita di Jawa Timur

Gambar 1 menunjukkan persebaran angka gizi buruk pada balita yang terbagi menjadi tiga kategori, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa kabupaten/kota yang terletak di bagian barat Jawa Timur cenderung termasuk daerah dengan kategori rendah. Daerah yang termasuk dalam kategori sedang merupakan kabupaten/kota yang cenderung berada di sekitar Pulau Madura atau daerah tapal kuda. Sedangkan Bojonegoro dan Ngawi merupakan daerah yang tergolong memiliki angka gizi buruk pada balita tinggi dan belum mampu memenuhi target MDG's.

B. Pemodelan Angka Gizi Buruk dengan Regresi Linier

Langkah awal yang dilakukan sebelum pembentukan model yaitu menguji hubungan antar variabel prediktor atau yang disebut dengan multikolinearitas. Kriteria yang dapat digunakan untuk melihat kasus multikolinearitas salah satunya adalah matriks korelasi.

TABEL 3. MATRIKS KORELASI ANTAR VARIABEL PREDIKTOR

	X1	X2	X3	X4	X5
X2	0,091				
X3	-0,083	-0,004			
X4	-0,098	0,236	0,164		
X5	0,254	-0,026	0,215	0,223	
X6	0,203	-0,223	-0,162	0,095	0,114

Selain itu multikolinieritas juga dapat dideteksi menggunakan kriteria VIF (*Variance Inflation Factor*).

TABEL 4. NILAI VIF VARIABEL PREDIKTOR

Prediktor	VIF
X ₁	1,234
X ₂	1,090
X ₃	1,086
X ₄	1,302
X ₅	1,222
X ₆	1,221

Tabel 3 menunjukkan bahwa semua nilai korelasi kurang dari 0,95. Sedangkan pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa tidak terdapat nilai VIF yang lebih dari 10, sehingga tidak ada variabel prediktor yang saling berkorelasi. Oleh karena itu keenam variabel tersebut dapat dilanjutkan ke analisis berikutnya, yaitu regresi linier dan GWR. Model regresi linier yang terbentuk adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = -25,58 + 0,22X_1 - 0,26X_2 + 0,029X_3 + 7,39X_4 - 0,032X_5 + 0,84X_6$$

Nilai R² yang diperoleh cukup rendah, yaitu sebesar 14,16%. Nilai ini berarti model yang terbentuk dapat menjelaskan keragaman angka gizi buruk pada balita sebesar 14,16%, sedangkan sisanya dijelaskan oleh variabel lain yang tidak masuk ke dalam model. Nilai R² yang kecil pada penelitian ini disebabkan terdapat nilai pengamatan yang jauh berbeda dibandingkan dengan nilai pengamatan lainnya.

Setelah terbentuk model, langkah selanjutnya yaitu pengujian signifikansi parameter untuk mengetahui variabel prediktor yang berpengaruh terhadap variabel respon. Pertama-tama melakukan pengujian signifikansi parameter secara serentak. Berdasarkan tabel ANOVA didapatkan F_{hitung} sebesar 0,852. Dengan taraf signifikansi 0,05 diperoleh nilai $F_{(0,05;6;31)}$ sebesar 2,409. Sehingga dapat disimpulkan bahwa minimal terdapat satu variabel yang berpengaruh terhadap angka gizi buruk pada balita.

Selanjutnya untuk mengetahui variabel prediktor mana saja yang memberikan pengaruh secara signifikan, maka dilakukan pengujian parameter secara parsial

TABEL 5. UJI SIGNIFIKANSI PARAMETER SECARA PARSIAL

Variabel	Estimasi	SE	t _{hitung}
Intersep	-25.58048	31.9187	-0,801
X ₁	0.21621	0.31844	0,679
X ₂	-0.26104	1.20671	-0,216
X ₃	0.02933	0.16791	0,175
X ₄	7.39297	5.00344	1,478
X ₅	-0.03206	0.14703	-0,218
X ₆	0.8355	0.40967	2,039

Pada taraf signifikansi 0,3 diperoleh $t_{(0,15;31)}$ sebesar 1,476. Parameter yang berpengaruh terhadap variabel

respon adalah yang memiliki nilai $|t_{hitung}|$ lebih dari 1,476. Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa persentase posyandu puri (X_4) dan persentase penduduk miskin (X_6) berpengaruh terhadap angka gizi buruk pada balita. Berdasarkan pengujian asumsi residual tersebut, disimpulkan bahwa residual pada model regresi linier tidak memenuhi asumsi identik, independen, maupun berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan pengujian aspek spasial pada data.

C. Pengujian Aspek Spasial

Berikut adalah ringkasan pengujian aspek spasial yang ditampilkan pada Tabel 6.

TABEL 6. PENGUJIAN ASPEK SPASIAL

Pengujian	Statistik Uji
Dependensi Spasial : Moran's I	0,9241967
Heterogenitas Spasial : Breusch Pagan	28,4

Taraf signifikansi sebesar 0,05, sehingga didapatkan nilai tabel $Z_{(0,975)}$ sebesar 1,96 untuk uji Moran's I dan nilai tabel $\chi^2_{(0,05;6)}$ sebesar 12,592 untuk uji Breusch Pagan. Berdasarkan Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat dependensi spasial, tetapi terdapat heterogenitas spasial pada data penelitian. Oleh karena itu metode regresi linier kurang tepat untuk menggambarkan fenomena angka gizi buruk pada balita di Jawa Timur, sehingga lebih baik menggunakan model yang mengakomodasi faktor lokasi pengamatan.

D. Pemodelan Angka Gizi Buruk dengan GWR

Terjadinya kasus heterogenitas spasial pada data gizi buruk pada balita di Jawa Timur mengindikasikan bahwa parameter model regresi dipengaruhi oleh faktor lokasi pengamatan, dalam hal ini letak geografis kabupaten/kota. Selanjutnya menentukan matriks pembobot dari keempat fungsi kernel berdasarkan kriteria AIC.

TABEL 7. PEMBOBOT OPTIMUM GWR

Fungsi Pembobot	AIC
Fixed Gaussian	294,2464
Fixed Bisquare	294,2464
Adaptive Gaussian	294,2612
Adaptive Bisquare	294,2612

Berdasarkan Tabel 7 di atas maka dapat dilihat bahwa nilai AIC terkecil yaitu pembobot dengan fungsi kernel *fixed gaussian* dan *fixed bisquare*, yaitu sebesar 294,2464. Karena terdapat dua pembobot yang memiliki nilai AIC terkecil, untuk selanjutnya pembobot yang digunakan dalam penelitian yakni fungsi kernel *Fixed Gaussian*. Nilai *bandwidth* optimum untuk *fixed gaussian* sebesar 3,522215 dengan nilai CV minimum sebesar 6608,015.

Matriks pembobot yang diperoleh untuk tiap lokasi kemudian digunakan untuk membentuk model, sehingga tiap lokasi memiliki parameter model yang berbeda. Nilai R^2 yang diperoleh sebesar 15,04%. Hal ini berarti model yang terbentuk dapat menjelaskan keragaman angka gizi buruk pada balita sebesar 15,04%, sedangkan sisanya dijelaskan oleh variabel lain yang tidak masuk ke dalam model. Apabila ditinjau berdasarkan nilai R^2 model GWR merupakan model yang lebih baik jika dibandingkan dengan model regresi linier berganda, karena menghasilkan nilai R^2 yang lebih tinggi.

E. Pengujian Kesesuaian Model GWR

Selanjutnya dilakukan pengujian kesesuaian model GWR atau *goodness of fit* dilakukan untuk mengetahui

apakah faktor lokasi berpengaruh terhadap angka gizi buruk pada balita.

TABEL 8. ESTIMASI PARAMETER MODEL GWR

Model	SSE	Df	F	P-value
GWR	4232,607	30,409	1,0103	0.4892
Regresi Linier	4277,31	31		

Berdasarkan Tabel 8 terlihat bahwa nilai F_{hitung} sebesar 1,0103. Dengan taraf signifikansi sebesar 0,05 maka didapatkan $F_{(0,05;30,409;31)}$ sebesar 1,828. Karena F_{hitung} kurang dari F_{tabel} , maka disimpulkan bahwa model regresi linier lebih baik menjelaskan data daripada model GWR. Tetapi analisis dalam penelitian ini tetap dilanjutkan menggunakan metode GWR.

F. Pengujian Signifikansi Parameter Model GWR

Perhitungan statistik uji parameter model GWR dilakukan untuk masing-masing parameter pada setiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Pada taraf signifikansi 0,05 tidak ada variabel yang signifikan. Apabila ditingkatkan menjadi 0,1 didapatkan 14 kabupaten/kota di Jawa Timur yang signifikan terhadap persentase penduduk miskin, sedangkan sisanya tidak signifikan terhadap variabel apapun. Pada taraf signifikansi 0,2 semua kabupaten/kota di Jawa Timur signifikan terhadap persentase penduduk miskin. Diduga ada beberapa faktor yang mempengaruhi angka gizi buruk pada balita, sehingga dengan menaikkan taraf signifikansi menjadi 0,3 diperoleh hasil pengelompokan seperti berikut.

TABEL 9. KELOMPOK KABUPATEN/KOTA BERDASARKAN VARIABEL SIGNIFIKAN

Variabel Signifikan	Kabupaten/Kota
X_6	Blitar, Malang, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Pamekasan, Sumenep, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan
	Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Tulungagung, Kediri, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Madiun, Magetan, Ngawi, Bojonegoro, Tuban, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Sampang, Kota Kediri, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya, Kota Batu

Model GWR yang dihasilkan pada masing-masing lokasi pengamatan akan berbeda-beda. Misalkan untuk Pacitan, model yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = -26,67 + 0,23X_1 + 0,23X_2 + 0,025X_3 + 7,61X_4 - 0,03X_5 + 0,86X_6$$

Koefisien regresi X_4 berlainan tanda dengan kajian teoritis. Hal ini dapat disebabkan kurangnya kesadaran dari masyarakat untuk menggunakan fasilitas posyandu puri secara maksimal, sehingga meskipun fasilitas tersebut ditambah angka gizi buruk pada balita tetap tinggi.



Gambar 2. Persebaran Kab/Kota Berdasarkan Variabel Signifikan

Informasi yang didapat dari Tabel 9 dan Gambar 2 adalah terbentuk dua kelompok berdasarkan variabel yang signifikan. Dapat diketahui bahwa persentase penduduk miskin (X_6) signifikan terhadap angka gizi buruk balita pada seluruh kabupaten/kota di Jawa Timur. Sedangkan persentase posyandu puri (X_4) signifikan terhadap angka gizi buruk balita pada kabupaten/kota yang berada di bagian barat Jawa Timur.

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa Bojonegoro dan Ngawi memiliki angka gizi buruk paling tinggi pada tahun 2013 dan belum mencapai target MDG's untuk tahun 2015. Hasil pengujian heterogenitas spasial yaitu angka gizi buruk pada balita memiliki keragaman antara satu wilayah dengan wilayah lain. Pembobot yang digunakan pada pemodelan GWR adalah fungsi kernel *fixed gaussian* dengan AIC sebesar 294,2464. Nilai R^2 yang dihasilkan model GWR lebih besar dibandingkan model regresi linier, yaitu sebesar 15,04%. Faktor yang berpengaruh terhadap angka gizi buruk adalah persentase posyandu puri dan persentase penduduk miskin.

Sebaiknya pemerintah berfokus pada pengentasan kemiskinan untuk menekan angka gizi buruk pada balita. Selain itu koefisien regresi posyandu puri berlainan tanda dengan kajian teoritis. Hal ini dapat disebabkan kurangnya kesadaran dari masyarakat untuk menggunakan fasilitas kesehatan secara maksimal. Oleh karena itu disarankan supaya Dinas Kesehatan melakukan sosialisasi tentang pentingnya memanfaatkan fasilitas kesehatan yang ada sebagai upaya menurunkan gizi buruk pada balita. Adapun saran lainnya yaitu agar pada penelitian selanjutnya menggunakan data *time series* dan metode lain untuk model yang tidak linier, karena data dan metode yang digunakan pada penelitian ini menghasilkan nilai R^2 yang kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] UNICEF. (2010). *Indonesia Menetapkan Sasaran untuk Memperbaiki Gizi Anak*. Dipetik Februari 12, 2016, dari UNICEF Indonesia: http://www.unicef.org/indonesia/id/media_12592.html
- [2] Dinas Kesehatan Jawa Timur. (2006). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2006*. Surabaya: Dinas Kesehatan Jawa Timur.
- [3] Dewi, R. K. (2012). *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Angka Gizi Buruk di Jawa Timur dengan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA ITS.
- [4] Megahardiyani, C. E. (2009). *Analisis Regresi Logistik Ordinal untuk Mengetahui Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Status Gizi Balita Masyarakat Nelayan Kecamatan Bulak Surabaya*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA ITS.
- [5] Saputra, W., & Nurriszka, R. H. (2012). Faktor Demografi dan Risiko Gizi Buruk dan Gizi Kurang. *Jurnal Makara, Kesehatan*, 16, 95-101.
- [6] Ayunin, L. (2011). *Pemodelan Balita Gizi Buruk di Kabupaten Ngawi dengan Geographically Weighted Regression*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA ITS.
- [7] Marchaningtyas, A. P. (2013). Pemodelan Kasus Balita Gizi Buruk di Kabupaten Bojonegoro dengan Geographically Weighted Regression. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2, 2337-3520.
- [8] Maulani, A. (2013). *Aplikasi Model Geographically Weighted Regression untuk Menentukan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kasus Gizi Buruk Anak Balita di Jawa Barat*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- [9] Kartika, Y. (2007). *Pola Penyebaran Spatial Demam Berdarah Dengue di Kota Bogor Tahun 2005*. Bogor: Departemen Statistika FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- [10] Santoso, F. P. (2012). *Faktor-Faktor Eksternal Pneumonia pada Balita di Jawa Timur dengan Pendekatan Geographically Weighted Regression*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA ITS.
- [11] Draper, N. R., & Smith, H. (1992). *Analisis Regresi Terapan Edisi Kedua*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [12] Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- [13] Fotheringham, A. S., Brunsdon, C., & Charlton, M. E. (2002). *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationship*. England: John Wiley and Sons LTD.