

# Pemodelan Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Prevalensi Balita Kurang Gizi Di Provinsi Jawa Timur Dengan Pendekatan *Geographically Weighted Logistic Regression* (GWLR)

Retno Anggarini dan Purhadi

Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

*E-mail:* purhadi@statistika.its.ac.id

**Abstrak**—Kondisi kekurangan gizi pada balita akan mempengaruhi kesehatan dan umur harapan hidup yang merupakan salah satu unsur utama dalam keberhasilan pembangunan negara (*Human Development Index*). Faktor penyebab terjadinya kekurangan gizi diduga berbeda-beda antar wilayah kabupaten/kota. GWLR merupakan bentuk lokal dari regresi logistik dimana faktor geografis dipertimbangkan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa persentase balita kurang gizi di Jawa Timur memiliki pola yang menyebar sehingga diindikasikan terdapat faktor spasial. Hasil analisis model GWLR dengan pembobot *Adaptif Bisquare Kernel* lebih baik karena mempunyai nilai AIC terkecil. Variabel yang berpengaruh signifikan menunjukkan prevalensi balita kurang gizi di Jawa Timur yaitu persentase balita yang mendapatkan vitamin A, persentase bayi yang mendapat ASI eksklusif, persentase penduduk yang menggunakan air bersih, persentase bayi yang mendapat imunisasi lengkap, dan persentase tenaga kesehatan. Analisis GWLR dengan menggunakan pembobot *Adaptive Bisquare Kernel* menghasilkan 11 kelompok daerah yang memiliki karakteristik sama. Masing-masing kabupaten/kota dalam kelompok ini relatif berdekatan satu dengan lainnya sehingga terdapat dependensi wilayah dalam kasus prevalensi balita kurang gizi di Jawa Timur.

**Kata Kunci**— *Adaptif Bisquare Kernel*, AIC, balita kurang gizi, GWLR, regresi logistik

## I. PENDAHULUAN

STATUS gizi pada anak balita merupakan prasyarat dasar untuk meningkatkan daya saing bangsa karena status gizi anak akan mempengaruhi tingkat kesehatan fisik dan kecerdasan anak yang akhirnya akan mempengaruhi tingkat produktivitas secara ekonomis. Keadaan gizi masyarakat akan mempengaruhi tingkat kesehatan dan umur harapan hidup yang merupakan salah satu unsur utama dalam penentuan keberhasilan pembangunan negara yang dikenal dengan istilah *Human Development Index* (HDI). Salah satu parameter untuk mengukur HDI ini adalah masalah tingkat kesehatan masyarakatnya. Dengan adanya upaya perbaikan dan peningkatan gizi masyarakat akan berkorelasi langsung terhadap perbaikan *Human Development Indeks* (HDI) Indonesia dan Jawa Timur pada khususnya.

Hasil Riskesdas 2010 menunjukkan prevalensi gizi kurang menjadi 17,9% dan gizi buruk menjadi 4,9%. Provinsi Jawa Timur yang dikenal sebagai daerah lumbung padi nasional

ternyata tidak diimbangi dengan peningkatan secara signifikan status gizi pada balita. Jawa Timur merupakan Provinsi ke-3 dengan jumlah penderita gizi kurang terbanyak di Indonesia yaitu mencapai 434 ribu balita [1]. Jumlah ini terkonsentrasi pada daerah tapal kuda seperti Probolinggo, Jember, Lumajang. Target *Millenium Development Goals* (MDGs) pada tahun 2015 adalah penurunan angka kekurangan gizi pada balita sampai 12,6%. Sehingga diperlukan upaya serius dan strategi perbaikan status gizi balita di Jawa Timur.

Permasalahan kurang gizi mencakup banyak aspek tidak hanya dipandang dari sisi kesehatan saja namun perlu juga meninjau aspek sosial, ekonomi, budaya, pendidikan, dan lingkungan tempat balita tinggal. Penanggulangan permasalahan kurang gizi ini tidak bisa dilakukan secara generalisir pada setiap wilayah karena faktor yang mempengaruhi gizi balita pada setiap wilayah bisa saja berbeda. Faktor geografis atau spasial menjadi salah satu penyebab adanya kesenjangan status gizi yang terjadi di Jawa Timur. Pengembangan metode statistika yang diharapkan mampu menghasilkan model status balita kurang gizi yang spesifik di setiap wilayah di Jawa Timur yaitu metode *Geographically Weighted Logistic Regression* (GWLR). Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mendapatkan model terbaik yang dapat mempresentasikan status balita kurang gizi di Jawa Timur serta faktor-faktor yang mempengaruhinya dengan pendekatan GWLR. Beberapa penelitian sebelumnya yang mengkaji pemodelan GWLR telah dilakukan diantaranya oleh Atkinson *et al.* (2003) tentang mengeksplorasi hubungan antara erosi tepi sungai dan kontrol geomorfologi sungai Dyfi Afon di West Wales [2], Pradita (2011) yang menganalisis pemodelan IPM di Jawa Timur, dan Kurnia (2011) yang juga menganalisis IPM Jawa Timur dengan menggunakan GWLR Semiparametrik [3]-[4].

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Model Regresi Logistik

Regresi logistik merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mencari hubungan variabel respon yang bersifat dikotomis (berskala nominal atau ordinal dengan dua kategori) atau polikotomis (mempunyai skala nominal atau ordinal dengan lebih dari dua kategori) dengan satu atau lebih

variabel prediktor yang bersifat kontinu atau kate-gorik [5]. Perbedaan regresi linier sederhana dan regresi logis-tik terletak pada variabel respon dimana respon pada regresi logistik adalah berupa kategorik. Hasil observasi variabel acak respon ( $y$ ) mempunyai 2 kategori yaitu 0 dan 1, sehingga mengikuti distribusi Bernoulli dengan distribusi peluang [5] :

$$P(Y = y) = \pi^y (1 - \pi)^{1-y}; \quad y = 0, 1 \quad (1)$$

dimana jika  $y = 0$  maka  $P(Y = 0) = 1 - \pi$  dan jika  $y = 1$  maka  $P(Y = 1) = \pi$ .

Secara umum fungsi hubung yang digunakan adalah fungsi hubung logit, maka distribusi peluang yang digunakan adalah fungsi logistik [6].

$$\pi(\mathbf{x}) = \frac{e^{g(\mathbf{x})}}{1 + e^{g(\mathbf{x})}} \quad (2)$$

dengan  $g(\mathbf{x}) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p$ ;  $p$  = jumlah variabel bebas, sehingga

$$\pi(\mathbf{x}) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p)} \quad (3)$$

Penaksiran parameter pada regresi logistik dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) yaitu memaksimumkan fungsi likelihood. Nilai parameter  $\beta$  dari turunan pertama fungsi  $L(\beta)$  didapatkan melalui suatu prosedur iteratif yang dikenal dengan *Iteratively Reweighted Least Square* (IRLS) yang dilakukan dengan metode iterasi Newton Rhapsion yaitu memaksimumkan fungsi likelihood [5].

Pengujian parameter model regresi logistik dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) dengan hipotesis pada uji serentak sebagai berikut.

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

$$H_1 : \text{paling tidak terdapat satu } \beta_k \neq 0 \quad ; k = 0, 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji :

$$G^2 = -2 \ln \left[ \frac{\binom{n_1}{n_0} \binom{n_0}{n}^{n_1}}{\prod_{i=1}^n \hat{\pi}_i^{y_i} (1 - \hat{\pi}_i)^{1-y_i}} \right] \quad (4)$$

Daerah penolakan : tolak  $H_0$  jika  $G^2 > \chi^2_{(v,\alpha)}$  dengan  $v$  adalah derajat bebas banyaknya variabel prediktor.

Pengujian parameter secara parsial digunakan untuk mengetahui parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k = 0$$

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

$$\text{Statistik uji : } W = \frac{\hat{\beta}_k}{SE(\hat{\beta}_k)} \text{ atau } W^2 = \frac{\hat{\beta}_k^2}{SE(\hat{\beta}_k)^2}$$

Daerah penolakan : tolak  $H_0$  jika  $|W| > Z_{\alpha/2}$  atau tolak  $H_0$  jika  $W^2 > \chi^2_{(v,\alpha)}$  dengan  $v$  adalah derajat bebas banyaknya variabel prediktor.

## B. Model GWLR

Metode GWLR adalah metode non parametrik pada regresi yang mempertimbangkan faktor spasial. GWLR meru-pakan pengembangan metode GWR (*Geographically Weigh-ted Regression*) dengan data respon yang berbentuk kategorik. Dalam model GWLR, variabel respon  $y$  diprediksi dengan va-riabel independen yang masing-masing koefisien regresinya bergantung pada lokasi dimana data tersebut diamati. Model matematis dari metode GWLR dijelaskan sebagai berikut :

$$\pi(\mathbf{x}_i) = \frac{\exp\left(\sum_{k=0}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{ik}\right)}{1 + \exp\left(\sum_{k=0}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{ik}\right)} \quad (5)$$

$$g(\mathbf{x}_i) = \ln \left[ \frac{\pi(\mathbf{x}_i)}{1 - \pi(\mathbf{x}_i)} \right] = \beta_0(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i) x_{i1} + \dots + \beta_p(u_i, v_i) x_{ip}$$

Penaksiran parameter dalam model GWLR adalah menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Lang-kah pertama dari metode tersebut adalah dengan membentuk fungsi likelihood dengan variabel respon berdistribusi Bernoulli  $y_i \sim \text{Bernoulli}(1, \pi(\mathbf{x}_i))$ .

$$L(\beta(u_i, v_i)) = \left\{ \prod_{i=1}^n \left[ 1 + \exp \sum_{k=0}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} \right]^{-1} \right\} \exp \left[ \sum_{k=0}^p \left( \sum_{i=1}^n y_i x_{ik} \right) \beta_k(u_i, v_i) \right]$$

Fungsi ln likelihoodnya menjadi :

$$\ln L(\beta(u_i, v_i)) = \sum_{k=0}^p \left( \sum_{i=1}^n y_i x_{ik} \right) \beta_k(u_i, v_i) - \sum_{i=1}^n \ln \left\{ 1 + \exp \left( \sum_{k=0}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} \right) \right\}$$

Taksiran parameter yang dihasilkan dari MLE berbentuk im-plicit sehingga digunakan metode Newton Rhapsion *Iterativ-ely Reweighted Least Square* (IRLS)

Secara umum persamaan untuk iterasi Newton Rhapsion ada-lah :

$$\beta^{(t+1)}(u_i, v_i) = \beta^{(t)}(u_i, v_i) - \mathbf{H}^{(t)-1}(\beta^{(t)}(u_i, v_i)) \mathbf{g}^{(t)}(\beta^{(t)}(u_i, v_i)) \quad (6)$$

dimana  $\mathbf{g}$  merupakan turunan pertama dari fungsi ln likelihood dan  $\mathbf{H}^{(t)}(\beta^{(t)}(u_i, v_i))$  adalah matriks Hessian dengan elemen-

$$\text{elemennya adalah } h_{kk^*} = \frac{\partial^2 \ln L * (\beta(u_i, v_i))}{\partial \beta_k(u_i, v_i) \partial \beta_{k^*}(u_i, v_i)}$$

Pengujian parameter digunakan untuk mengetahui parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model. Pe-ngujian pertama adalah pengujian kesamaan model yaitu sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k; \quad k = 1, 2, \dots, p \text{ (tidak ada perbedaan yang signifikan antara model regresi logistik dan GWLR)}$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_k(u_i, v_i) \text{ yang berhubungan dengan lokasi } (u_i, v_i) \text{ (ada perbedaan yang signifikan antara model logistik dan GWLR)}$$

Pengujian serentak dilakukan untuk mengetahui signifi-kansi parameter  $\beta(u_i, v_i)$  terhadap variabel respon secara bersama-sama pada model GWLR.

$$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots = \beta_p(u_i, v_i) = 0$$

$H_1$  : paling tidak terdapat satu  $\beta_k(u_i, v_i) \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$

Statistik uji yang digunakan adalah :

$$G^2 = -2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^J y_{ij} \ln \left( \frac{\sum_{k=1}^n y_{kj} w_k(u_i, v_i)}{\sum_{k=1}^n w_k(u_i, v_i)} \right) - 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^J y_{ij} \ln(\pi(x_i)) \quad (7)$$

Daerah penolakan: Tolak  $H_0$  jika  $G^2 > \chi_{(\alpha, v)}$

Pengujian secara parsial menggunakan hipotesis :

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

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

Statistik uji :

$$Z = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{se(\hat{\beta}_k(u_i, v_i))}$$

Kriteria pengujiannya adalah tolak  $H_0$  jika  $|Z_{hit}| > Z_{\alpha/2}$ .

### C. Pemilihan Pembobot

Pada analisis spasial, diperlukan pembobot spasial pada masing-masing lokasi ke- $i$ . Apabila lokasi  $j$  terletak pada koordinat  $(u_j, v_j)$  maka akan diperoleh jarak euclidean antara lokasi  $i$  dan lokasi  $j$  dengan menggunakan persamaan:

$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \quad (8)$$

Metode yang biasa digunakan adalah fungsi kernel yang dirumuskan sebagai berikut [8].

a. Fungsi *Gaussian Kernel*

$$w_i(u_i, v_i) = \exp \left[ - \left( \frac{d_{ij}/h}{2} \right)^2 \right] \quad (9)$$

b. Fungsi *Bisquare Kernel*

$$w_i(u_i, v_i) = \begin{cases} \left[ 1 - (d_{ij}/h)^2 \right]^2, & \text{jika } d_{ij} \leq h \\ 0, & \text{jika } d_{ij} > h \end{cases} \quad (10)$$

c. Fungsi *Adaptive Bisquare Kernel*

$$w_i(u_i, v_i) = \begin{cases} \left[ 1 - (d_{ij}^2/h) \right], & \text{jika } d_{ij} \leq h \\ 0, & \text{jika } d_{ij} > h \end{cases} \quad (11)$$

d. Fungsi *Adaptive Gaussian Kernel*

$$w_i(u_i, v_i) = \exp \left[ - \left( \frac{d_{ij}/h_{i(q)}}{2} \right)^2 \right] \quad (12)$$

Untuk mencari bobot pada masing-masing lokasi didasarkan pada jarak euclidian  $d_{ij}$  dan bandwidth ( $h$ ) yang dihasilkan pada masing-masing lokasi. Kriteria untuk penentuan nilai *bandwidth* optimum dapat diperoleh dengan pendekatan *least square* yaitu dengan menggunakan kriteria *cross-validation*.

$$CV(h) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{-i}(h))^2 \quad (13)$$

Metode yang digunakan untuk pemilihan model terbaik adalah metode *Akaike Information Criterion* (AIC) dengan formulasi :

$$AIC(h) = D(h) + 2K(h) \quad (14)$$

### D. Kurang Gizi Pada Balita

Beberapa masalah gizi yang tidak seimbang itu adalah Kurang Energi Protein (KEP), Kurang Vitamin A (KVA), Gangguan Akibat Kekurangan Yodium (GAKY) dan Anemia Gizi Besi [7]. Masalah Kurang Energi Protein (KEP) atau biasa dikenal dengan gizi kurang atau yang sering ditemukan secara mendadak terutama pada anak balita.

Terdapat beberapa cara melakukan penilaian status gizi pada kelompok masyarakat. Salah satunya adalah dengan pengukuran tubuh manusia yang dikenal dengan Antropometri. Antropometri disajikan dalam bentuk indeks yang dikaitkan dengan variabel lain dimana variabel yang digunakan adalah umur, berat badan, dan tinggi badan. Berat badan ini dinyatakan dalam bentuk indeks BB/U (berat badan menurut umur) sedangkan tinggi badan dinyatakan dalam bentuk Indeks TB/U (tinggi badan menurut umur), atau juga indeks BB/TB (berat badan menurut tinggi badan).

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari data Pemantauan Status Gizi (PSG) tahun 2010 yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur dan data hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) tahun 2010 yang dilakukan oleh BPS [9]. Data yang digunakan dalam penelitian ini difokuskan pada data PSG berdasarkan indikator berat badan/tinggi badan (BB/TB) dengan unit pengamatan adalah 38 kabupaten/kota di Jawa Timur pada tahun 2010. Dalam upaya penurunan prevalensi balita kurang gizi, Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur menentukan target penurunan prevalensi balita kurang gizi sebesar 12,6% pada tiap-tiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Variabel respon pada penelitian ini adalah persentase status balita kurang gizi yang berada di bawah 12,6% dan persentase status balita kurang gizi yang berada di atas 12,6% [7]. Variabel prediktor yang digunakan antara lain persentase persalinan pertama dengan dokter ( $X_1$ ), persentase penduduk miskin ( $X_2$ ), prosentase balita yang mendapatkan vitamin A ( $X_3$ ), persentase bayi yang mendapat ASI eksklusif ( $X_4$ ), persentase bayi dengan berat lahir rendah ( $X_5$ ), persentase penduduk yang menggunakan air bersih ( $X_6$ ), persentase ketersediaan posyandu ( $X_7$ ), prosentase bayi yang mendapat imunisasi lengkap ( $X_8$ ), prosentase rata-rata konsumsi makanan ( $X_9$ ), dan persentase tenaga kesehatan ( $X_{10}$ ) [10].

### B. Langkah Analisis

Langkah analisis yang dilakukan yaitu :

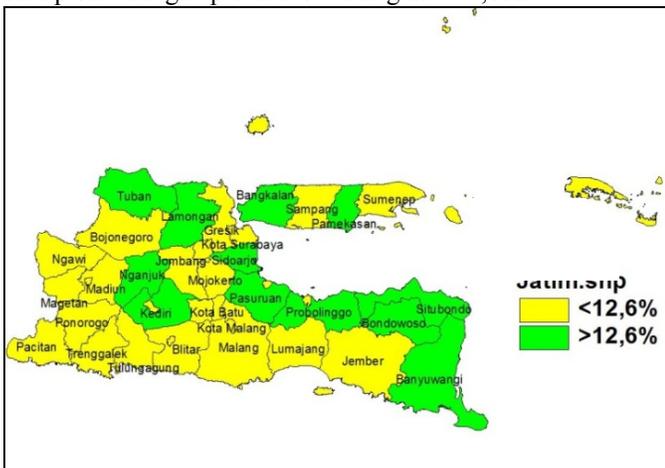
1. Melakukan analisa statistika deskriptif sebagai gambaran awal untuk mengetahui data kurang gizi Provinsi Jawa Timur
2. Memeriksa adanya multikolinieritas antara variabel-variabel prediktor
3. Mendapatkan model regresi logistik dengan melakukan pengujian parameter secara serentak dan parsial.
4. Menganalisis model GWLR
  - a. Menentukan  $u_i$  dan  $v_i$
  - b. Menghitung jarak *euclidian* antar lokasi observasi berdasarkan letak geografis.

- c. Menentukan *bandwidth* berdasarkan jarak lokasi pusat dengan tetangga terdekat ( $q$ ).
- d. Menghitung matriks pembobot dengan menggunakan fungsi yaitu dengan memasukkan jarak *euclidian* dan *bandwidth* ke dalam fungsi *kernel*.
- e. Menaksir parameter model GWLR
- f. Melakukan uji parameter secara serentak dan parsial
- g. Melakukan uji kesesuaian model
- h. Mendapatkan model regresi terbaik dengan membandingkan model regresi logistik dan GWLR yaitu yang mempunyai nilai AIC terkecil

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Balita Kurang Gizi di Jawa Timur

Secara umum prevalensi gizi kurang sejak tahun 1989 sampai 2010 menunjukkan penurunan sampai pada angka 17,9%. Berdasarkan data Pemantauan Status Gizi Provinsi Jawa Timur pada tahun 2010 diketahui bahwa 13 kabupaten/kota di Jawa Timur termasuk dalam daerah rawan dengan status balita kurang gizi di atas 12,6%. Sedangkan 25 kabupaten/kota lainnya sudah termasuk kategori status kurang gizi cukup baik dengan prevalensi kurang dari 12,6%.



Gambar. 1. Peta Status Kurang Gizi Balita Jatim 2010.

Secara umum, persentase balita kurang gizi di Jawa Timur pada tahun 2010 adalah sebesar 12,13%. Persentase pa-ling tinggi yaitu Kabupaten Pasuruan dengan persentase se-besar 17,2%. Hal ini mengindikasikan bahwa jumlah balita kurang gizi di Kabupaten Pasuruan cukup tinggi dan perlu mendapat penanganan khusus. Sedangkan Kota Blitar meru-pakan daerah dengan jumlah balita kurang gizi paling sedikit yaitu sebesar 6,7%.

Tabel 1.

Deskripsi Rata-rata Persentase Balita Kurang Gizi Provinsi Jawa Timur			
Kategori	Mean	Jumlah	Persentase (%)
0	10,856	25	65,79
1	14,577	13	34,21

Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata persentase pre-valensi balita kurang gizi pada daerah yang berkategori 1 cukup tinggi yaitu sebesar 14,577%. Jumlah kasus balita kurang gizi di daerah kategori pertama relatif tinggi yaitu sebesar 65,79% sedangkan pada daerah kategori kedua jumlah kasus balita kurang gizi hampir mencapai 35%.

B. Pemodelan Balita Kurang Gizi Menggunakan Regresi Logistik

Pengujian model regresi logistik secara serentak bertujuan untuk mengetahui signifikansi parameter  $\beta$  terhadap variabel respon secara bersama-sama.

Hipotesis yang dilakukan sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{10} = 0$$

$$H_1 : \text{paling tidak terdapat satu } \beta_k \neq 0 ; k = 0, 1, 2, \dots, 10$$

Hasil pengujian serentak dengan model regresi logistik didapatkan nilai devians  $G^2$  sebesar 20,253476. Taraf signifikansi 10% didapatkan nilai  $\chi^2_{(0,1;10)}$  sebesar 15,98718.

Nilai devians  $G^2$  lebih besar dari nilai  $\chi^2_{(0,1;10)}$  15,98718 sehingga dikatakan tolak  $H_0$  yang berarti bahwa paling tidak ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap respon. Pengaruh parameter secara parsial menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0 ; k = 0, 1, 2, \dots, 10$$

Tabel 2. Penaksiran Parameter Model Regresi Logistik

Parameter	Estimasi	Standart Error	Z <sub>hit</sub>	Odds Ratio
$\beta_0$	-3,626191	1,886643	-1,922034 <sup>*)</sup>	0,026617
$\beta_1$	-2,160942	2,411194	-0,896213	0,115217
$\beta_2$	-3,304723	1,933844	-1,708888 <sup>*)</sup>	0,036709
$\beta_3$	-0,822157	0,688083	-1,194851	0,439483
$\beta_4$	-1,271794	1,132907	-1,122594	0,280328
$\beta_5$	-2,457273	1,625658	-1,511556	0,085668
$\beta_6$	-2,700103	1,492754	-1,808807 <sup>*)</sup>	0,067199
$\beta_7$	0,705468	1,289385	0,547135	2,024794
$\beta_8$	-1,818429	0,884471	-2,055951 <sup>*)</sup>	0,162281
$\beta_9$	4,530217	3,049631	1,485497	92,778675
$\beta_{10}$	-1,348296	1,138345	-1,184435	0,259682

<sup>\*)</sup> Parameter yang berpengaruh secara signifikan pada  $\alpha = 0,1$

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh nilai nilai estimasi parameter untuk setiap parameter. Dengan menggunakan tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 10% diperoleh nilai  $Z_{(\alpha/2)} = 1,64$  sehingga terdapat tiga parameter yang signifikan terhadap model yaitu  $\beta_0, \beta_2, \beta_6, \text{ dan } \beta_8$ . Model logit regresi logistik untuk yang terbentuk yaitu :

$$g(x) = -3,63 - 2,16x_1 - 3,31x_2 - 0,82x_3 - 1,27x_4 - 2,46x_5 - 2,7x_6 - 0,71x_7 - 1,82x_8 - 4,53x_9 - 1,35x_{10}$$

C. Pemodelan Balita Kurang Gizi Menggunakan Geographically Weighted Logistic Regression

Langkah pertama dalam mendapatkan model GWLR adalah menentukan letak geografis pada masing-masing kabu-paten/kota di Provinsi Jawa Timur. Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah memilih *bandwidth* optimum pada masing-masing wilayah. *Bandwidth* optimum digunakan untuk menentukan matriks pembobot (*weight*) pada setiap kabupa-

ten/kota berdasarkan empat fungsi pembobot yaitu fungsi *kernel gaussian*, *kernel bisquare*, *adaptive bisquare kernel*, dan *adaptive gaussian kernel*. Misalkan matriks pembobot di lokasi  $(u_{14}, v_{14})$  adalah  $W(u_{14}, v_{14})$ , penentuan bobot pada masing-masing kabupaten/kota didasarkan pada jarak suatu lokasi dengan tetangga terdekat ( $q$ ) yang masih dapat memberikan pengaruh terhadap lokasi tersebut.

Pengujian hipotesis diperlukan untuk mengetahui model apakah yang lebih sesuai digunakan pada permasalahan status balita kurang gizi di Jawa Timur. Hipotesis yang digunakan ada-lah sebagai berikut:

$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k$  (tidak ada perbedaan yang signifikan antara model regresi logistik dan GWLR) ;  $k = 1, 2, \dots, 10$

$H_1$  : paling sedikit ada satu  $\beta_k(u_i, v_i)$  yang berhubungan dengan lokasi  $(u_i, v_i)$  (ada perbedaan yang signifikan antara model regresi logistik dan GWLR)

Pengujian kesamaan model dilakukan dengan menggunakan uji F dan diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Uji Kesesuaian Model Regresi Logistik dan Model GWLR

Model	F <sub>hit</sub>	F <sub>tabel</sub>
Regresi Logistik		
GWLR (Kernel Gaussian)	1,4707	1,672
GWLR (Kernel Bisquare)	1,6289	1,672
GWLR (Adaptif Gaussian)	1,2751	1,659
GWLR (Adaptif Bisquare)	2,2113	1,686

Pada fungsi pembobot *adaptive bisquare kernel* menghasilkan nilai  $F_{hit} > F_{tabel}$  sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara model GWLR dengan model regresi logistik. Hal ini berarti bahwa terdapat paling tidak ada satu parameter  $\beta_k(u_i, v_i)$  yang berhubungan dengan lokasi  $(u_i, v_i)$

Pengujian parameter model dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap prevalensi balita kurang gizi di setiap kabupaten/kota. Misalkan jika ingin me-

nguji apakah parameter  $\beta_k$  berpengaruh di lokasi Kabupaten Pasuruan maka bentuk hipotesisnya adalah :

$H_0 : \beta_k(u_{14}, v_{14}) = 0$

$H_1 : \beta_k(u_{14}, v_{14}) \neq 0 ; k = 0, 1, 2, \dots, 10$

Tabel 4. Pengujian Parameter Model GWLR (*Adaptive Bisquare Kernel*) di Kabupaten Pasuruan

Parameter	Estimasi	Z <sub>hit</sub>	Odds Ratio
$\beta_0$	-5,3279	-2,342*	0,00485
$\beta_1$	-0,4731	-0,177	0,62306
$\beta_2$	-4,1364	-1,951*	0,01598
$\beta_3$	-1,6221	-2,143*	0,19748
$\beta_4$	-2,3585	-1,839*	0,09456
$\beta_5$	-3,4291	-1,931*	0,03242
$\beta_6$	-4,6387	-2,633*	0,00967
$\beta_7$	3,2773	2,150*	26,50411
$\beta_8$	-2,6126	-2,660*	0,07334
$\beta_9$	9,0276	2,374*	8329,84400
$\beta_{10}$	-2,7540	-1,942*	0,06367

\*) Parameter yang berpengaruh secara signifikan pada  $\alpha = 0,1$

Tabel 4 menunjukkan bahwa Kabupaten Pasuruan memiliki sembilan parameter yang signifikan terhadap model. Model GWLR untuk prevalensi status balita kurang gizi di Pasuruan dijelaskan sebagai berikut.

$g(x) = -5,328 - 0,473x_1 - 4,136x_2 - 1,622x_3 - 2,359x_4 - 3,429x_5 +$   
 $- 4,639x_6 + 3,277x_7 - 2,613x_8 + 9,027x_9 - 2,755x_{10}x_7 +$   
 $- 2,6126x_8 + 9,0276x_9 - 2,7540x_{10}$

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat kesamaan variabel yang berpengaruh signifikan mempengaruhi prevalensi balita kurang gizi di Jawa Timur. Kesamaan tersebut menunjukkan adanya kesamaan karakteristik antara kabupaten/kota yang satu dengan kabupaten/kota yang lain. Variabel signifikan pada tiap-tiap kabupaten/kota di Jawa Timur ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Peta Persebaran Variabel yang Signifikan (*Adaptif Bisquare*).

Gambar 2 menunjukkan kabupaten/kota yang mempunyai kesamaan variabel yang berpengaruh terhadap staus balita kurang gizi. Secara umum, bagian Jawa Timur di wilayah tapal kuda memiliki sembilan variabel yang signifikan terhadap kondisi balita kurang gizi di wilayah ini. Variabel tersebut yakni persentase penduduk miskin ( $X_2$ ), persentase balita yang mendapatkan vitamin A ( $X_3$ ), persentase bayi yang mendapat ASI eksklusif ( $X_4$ ), persentase bayi dengan berat lahir rendah ( $X_5$ ), persentase penduduk yang menggunakan air bersih ( $X_6$ ), persentase ketersediaan posyandu ( $X_7$ ), persentase bayi yang mendapat imunisasi lengkap ( $X_8$ ), persentase rata-rata kon-sumsi makanan ( $X_9$ ), dan persentase tenaga kesehatan ( $X_{10}$ ). Kelompok-kelompok yang berdekatan terletak dalam wilayah yang relatif berdekatan satu dengan lainnya. Misal, Kabupaten Gresik dan Kabupaten Lamongan berada dalam satu kelompok. Begitu pula Kabupaten Lumajang dan Kabupaten Jember. Kelompok lain yang terbentuk adalah Kabupaten Malang, Kota Malang, Kota Batu, Kabupaten Mojokerto, dan Kota Mojokerto. Namun seluruh variabel tidak signifikan berpengaruh pada kelompok wilayah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Magetan, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Madiun, dan Kota Madiun. Adanya pengelompokan variabel yang signifikan diantara lokasi-lokasi yang berdekatan disebabkan oleh adanya karakteristik budaya yang sama. Kesamaan karakteristik budaya diantara lokasi-lokasi yang berdekatan berpengaruh terhadap perilaku masyarakat sehingga lokasi yang berdekatan memiliki perilaku yang sama yang mempengaruhi status gizi balita.

#### D. Perbandingan Model Regresi Logistik dan Model GWLR

Perbandingan model regresi logistik dengan model GWLR bertujuan untuk mendapatkan model terbaik yang dapat diterapkan pada kasus kurang gizi yang ada di Jawa Timur. Kriteria kebaikan model yang digunakan adalah *Akaike's Information Criterion* (AIC). Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut.

Tabel 5.  
Nilai AIC Model

Model	Devians	AIC
Regresi Logistik	20,253	42,253476
GWLR (Kernel Gaussian)	12,712	37,490197
GWLR (Kernel Bisquare)	11,491	36,826858
GWLR (Adaptif Gaussian)	14,969	38,884100
GWLR (Adaptif Bisquare)	8,107	<b>36,308813</b>

Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai AIC model GWLR dengan fungsi pembobot *adaptive bisquare kernel* lebih kecil yaitu sebesar 36,308813 jika dibandingkan dengan nilai AIC model regresi logistik sebesar 42,253476. Hal ini menunjukkan bahwa dalam kasus prevalensi kurang gizi di Jawa Timur lebih tepat menggunakan model GWLR.

## V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Secara umum persentase jumlah balita kurang gizi di Jawa Timur pada tahun 2010 mencapai 12,13%. Persentase prevalensi balita kurang gizi tertinggi di Jawa Timur berada di Kabupaten Pasuruan dengan persentase sebesar 17,2% sedangkan yang terendah berada di Kota Blitar dengan persentase sebesar 6,7%.

Berdasarkan kriteria AIC, model GWLR dengan pembobot

*Adaptive Bisquare Kernel* lebih cocok digunakan untuk menganalisis status balita kurang gizi Provinsi Jawa Timur tahun 2010. Faktor yang berpengaruh secara signifikan menurunkan prevalensi balita kurang gizi di Provinsi Jawa Timur yaitu persentase balita yang mendapatkan vitamin A, persentase bayi yang mendapat ASI eksklusif, persentase penduduk yang menggunakan air bersih, persentase bayi yang mendapat imunisasi lengkap, dan persentase tenaga kesehatan. Kabupaten/kota yang dominan memiliki faktor tersebut tersebar pada wilayah tapal kuda yaitu Kabupaten Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, dan Kota Surabaya. Saran yang dapat diberikan yaitu penggunaan metode GWLR akan lebih baik menjelaskan hubungan spasial apabila unit observasi yang digunakan lebih kecil misal menggunakan kecamatan atau kelurahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jamal. 2011. *10 Daerah Dengan Gizi Buruk Tertinggi*. [http://: 10-daerah-dengan-gizi-buruk-tertinggi.html](http://10-daerah-dengan-gizi-buruk-tertinggi.html) [diakses tanggal 9 Januari 2012].
- [2] Atkinson, P. M., S. E. German, D. A. Sear, and M. J. Clark. 2003. *Exploring The Relations Between Riverbank Erosion and Geomorphological Controls Using Geographically Weighted Logistic Regression*. Ohio State University, Ohio.
- [3] Pradita, N. P. 2011. *Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Di Provinsi Jawa Timur Dengan Pendekatan Geographically Weighted Logistic Regression (GWLR)*. Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA ITS. Surabaya.
- [4] Kurnia, A. 2011. *Perbandingan Analisis Regresi Logistik Dan Geographically Weighted Logistic Regression Semiparametric (Studi Kasus: Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Timur Tahun 2008)*. Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA ITS. Surabaya.
- [5] Agresti, A. 2002. *Categorical Data Analysis, Second Edition*. John Wiley & Sons, New York.
- [6] Hosmer, D. W. and S. Lemeshow. 2000. *Applied Logistic Regression, Second Edition*. John Wiley & Son, New York.
- [7] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. 2009. *Rencana Strategis Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur*. Jawa Timur Timur: Pemerintah Provinsi Jawa Timur.
- [8] Brundson C., A. S. Fotheringham, and M. E. Charlton. 2002. *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationship*. John Wiley & Sons Ltd, England.
- [9] Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. 2011. *Survei Sosial Ekonomi Nasional tahun 2010 Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: BPS Provinsi Jawa Timur.
- [10] Paramita, L. 2008. *Klasifikasi Status Gizi Balita Dengan Bagging Regresi Logistik Ordinal (Studi Kasus Survey Kekurangan Energi Protein Kabupaten Nganjuk)*. Tugas Akhir Jurusan Statistika Fmipa ITS. Surabaya.