

Factors Influencing the Number of Families at Stunting Risk in Merangin Regency Using Mixed Geographically Weighted Regression

Muhammad Fadlan Rafly, Zilrahmi*, Dony Permana, Dina Fitria

Departemen Statistika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding author: zilrahmi@fmipa.unp.ac.id

Submitted : 10 Agustus 2024

Revised : 13 Agustus 2024

Accepted : 14 Agustus 2024

ABSTRACT

The number of families at stunting risk is among the significant concerns that have been a negative impact on developing superior human resources in Merangin Regency. The number of families at stunting risk is sought to be solved by identifying the contributing components. MGWR is among the methods that may be employed to obtain a specific model that affects each observation location locally and a comprehensive model that is global. Multiple linear regression and GWR are used to create models MGWR used when data has the influence of spatial heterogeneity. This project aims to develop an MGWR model which will be used to calculate the amount families at risk of stunting in each sub-district in Merangin Regency who are at risk of stunting in 2022. A fixed gaussian kernel weighting matrix is used in MGWR modeling. At the very least CV of 0.6152241, A fixed gaussian kernel is utilized as the weighting function. The results indicate that the model obtained has an accuracy rate of 99.18%, which means that the predictor variables can explain the model by that percentage. Families with insufficient access to drinking water is one factor that significantly affects how many families are at risk of stunting, families with inadequate sanitation, maternal age less than 20 years and families with babies under five years old.

Keywords: MGWR, Stunting, Spatial Heterogeneity.



This is an open access article under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2022 by author and Universitas Negeri Padang.

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Merangin merupakan salah satu Kabupaten yang berada di Provinsi Jambi dengan pusat pemerintahan di Kecamatan Bangko yang memiliki wilayah dengan topografi yang berbeda serta jarak antara Kecamatan dengan pusat pemerintahan tidak merata yang artinya pusat pemerintahan tidak berada di tengah Kabupaten Merangin sehingga tidak semua Kecamatan dapat menjangkau pusat pemerintahan dengan cepat. Kabupaten Merangin Selalu mengupayakan percepatan penurunan kasus *stunting*. Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *stunting* adalah gangguan pertumbuhan dan perkembangan anak yang disebabkan oleh kekurangan gizi kronis, yang terjadi akibat asupan gizi yang tidak memadai dalam jangka waktu lama akibat pemberian makanan yang tidak memenuhi kebutuhan gizi anak (Kemenkes RI, 2016). Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, salah satu indikator untuk mengukur upaya percepatan penurunan *stunting* adalah melalui Survei Status Gizi tahunan yang dilakukan oleh Kementerian Kesehatan untuk mengetahui prevalensi balita *stunting* di Indonesia. Prevalensi *stunting* disajikan dalam skor 0 – 100 dan satuan persen (Kemenkes RI, 2022). Prevalensi balita *stunting* Kabupaten Merangin mengalami penurunan sejak 2 tahun terakhir, pada tahun 2021 dan 2022 prevalensi balita *stunting* di Kabupaten Merangin mengalami penurunan sebesar 5,2% (Survei Status Gizi Indonesia, 2022). Pemerintah Indonesia menargetkan prevalensi balita *stunting* nasional pada tahun 2024 adalah sebesar 14% sedangkan capaian prevalensi balita *stunting* di Kabupaten Merangin pada tahun 2022 adalah sebesar 14,5% yang artinya telah mendekati target nasional prevalensi balita *stunting*. namun penanganan kasus *stunting* di khususnya kepada keluarga berisiko *stunting*. Menurut Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional, persentase jumlah keluarga berisiko *stunting* di Kabupaten Merangin pada tahun 2022 sebesar 24,76% masih tergolong tinggi serta terdapat permasalahan yaitu ketidakmerataan jumlah keluarga berisiko *stunting* di setiap Kecamatan di Kabupaten Merangin (BKKBN, 2022). Ketidakmerataan ini disebabkan karena adanya dugaan kecenderungan jumlah keluarga berisiko *stunting* di daerah Kecamatan yang jaraknya jauh dari pusat pemerintahan lebih tinggi terjadinya jumlah keluarga berisiko *stunting* dibandingkan Kecamatan yang

dekat dari pusat pemerintahan. Oleh sebab itu diperlukan penanganan untuk mengatasi masalah jumlah keluarga berisiko *stunting* di Kabupaten Merangin.

Upaya mengatasi permasalahan jumlah keluarga berisiko *stunting* di Kabupaten Merangin adalah dengan mengidentifikasi faktor – faktor yang mempengaruhinya. Analisis statistik dalam mengatasi permasalahan jumlah keluarga berisiko *stunting* ialah regresi. Analisis regresi digunakan untuk mengetahui sifat hubungan antara variabel respon dan faktor prediktor (Budiantara, 2000). Analisis regresi merupakan salah satu jenis analisis yang populer dan memiliki persyaratan adalah analisis regresi linier. Salah satu asumsi regresi linear adalah non heteroskedastisitas (homoskedastisitas) dimana varian dari sisaan satu amatan dengan amatan yang lain sama. Heteroskedastisitas diduga disebabkan oleh heterogenitas spasial. Menurut Caraka dan Yasin (2017), heterogenitas spasial terjadi ketika variabel prediktor yang sama di setiap lokasi pengamatan memberikan hasil yang berbeda pada berbagai titik di dalam daerah pengamatan. Hal ini disebabkan karena karakteristik wilayah amatan berbeda satu sama lain, Kasus jumlah keluarga berisiko *stunting* di Kabupaten Merangin diduga melanggar asumsi non heteroskedastisitas, hal ini disebabkan perbedaan karakteristik wilayah setiap Kecamatan di Kabupaten Merangin berbeda karena adanya perbedaan topografi.

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data yang bersumber dari publikasi BKKBN dalam jumlah keluarga berisiko *stunting* tahun 2022 berdasarkan wilayah di Kabupaten Merangin. Berdasarkan permasalahan heterogenitas spasial setiap Kecamatan di Kabupaten Merangin, maka analisis statistik yang cocok digunakan adalah *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR). MGWR merupakan teknik analisis statistik kombinasi regresi linier berganda dan *Geographically Weighted Regression* (GWR), Regresi linier berganda menghasilkan model secara global, sedangkan GWR menghasilkan model yang spesifik pada setiap lokasi (Fotheringham dkk, 2002). Penelitian yang dilakukan Rizki, Sugito dan Arief (2022), pada pemodelan MGWR dengan adative bandwidth untuk angka harapan hidup di Jawa Tengah yang menyimpulkan MGWR sebagai model terbaik menggunakan fungsi pembobot *adaptive kernel tricube* yang menghasilkan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) terkecil. Selain itu Penelitian Nur, Desi dan Memi (2018), yang melakukan estimasi jumlah kasus diare di Provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2015 dengan menggunakan pendekatan MGWR, GWR, dan regresi linier berganda, dimana penelitian tersebut menyimpulkan bahwa model MGWR merupakan model yang paling sesuai untuk kasus ini. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, dilakukan penelitian jumlah keluarga berisiko *stunting* di Kabupaten Merangin yang bertujuan untuk pemodelan MGWR terhadap jumlah keluarga berisiko *stunting* di setiap Kecamatan dan mengetahui variabel yang memberikan pengaruh signifikan pada jumlah keluarga berisiko *stunting* di Kabupaten Merangin.

II. METODE PENELITIAN

A. Sumber Data dan Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) dalam jumlah keluarga berisiko *stunting* tahun 2022 berdasarkan wilayah di Kabupaten Merangin. Variabel-variabel penelitian ini meliputi jumlah keluarga berisiko *stunting* (Y), keluarga dengan sumber air minum tidak layak (X1), keluarga dengan sanitasi tidak layak (X2), usia ibu kurang dari 20 tahun (X3), keluarga memiliki bayi dibawah lima tahun (X4), variabel garis lintang dan garis bujur yang diperoleh dari peta digital.

B. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang diterapkan adalah analisis MGWR menggunakan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel*. Analisis data dengan program *software R Studio*. Tahapan analisis data adalah sebagai berikut.

1. Pengujian heterogenitas spasial.

Heterogenitas spasial disebabkan oleh perbedaan karakteristik antar wilayah amatan. Pengujian heterogenitas spasial penting dilakukan supaya memperoleh estimasi yang efisien dan kesimpulan yang akurat. Pengujian *Breusch-Pagan* (BP) dapat digunakan untuk menentukan dampak heterogenitas spasial. Berikut hipotesis uji BP (Baltagi, 2005).

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2 \text{ (tidak ditemukan heterogenitas spasial)}$$

$$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 \text{ (ditemukan heterogenitas spasial)}$$

Statistik uji.

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

dengan $\mathbf{f} : \mathbf{f} = \left(\frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1\right)$ dimana e_i adalah *error* ke- i dan σ^2 adalah varians. \mathbf{Z} : Matriks yang berisi vector X yang sudah distandarisasi. Jika $BP > \chi_p^2$ atau $p\text{-value} < (0,05)$ maka H_0 di tolak.

2. Menentukan *bandwidth*

Bandwidth optimum dalam fungsi pembobot yang akan memberikan estimasi yang lebih tepat. *Bandwidth* optimum dapat diperoleh dari nilai *Cross Validation* (CV) yang minimum. Menurut Fotheringham dkk, (2002) Nilai CV memiliki persamaan yang disajikan pada Persamaan (2)

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

Dimana $\hat{y}_{\neq 1}(h)$ merupakan ukuran estimasi dalam y_i dengan menghapus pengamatan wilayah $(u_i - u_j)$ dari proses estimasi, n adalah jumlah sampel penelitian.

3. Menentukan jarak *euclidean* dan matriks pembobotan

Menentukan jarak *euclidean* (d_{ij}) ke setiap lokasi (u_i, v_i) untuk mendapatkan matriks pembobotan di setiap lokasi pengamatan, Persamaan jarak *euclidean* disajikan pada Persamaan (3).

$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \tag{3}$$

Fungsi pembobotan yang diterapkan dalam metode MGWR meliputi *fixed kernel* dan *adaptive kernel* (Fotheringham dkk, 2002). *Fixed kernel*, salah satu jenis fungsi pembobotan kernel, menggunakan *bandwidth* yang seragam di setiap lokasi pengamatan. *Fixed gaussian kernel* memiliki rumus yang disajikan pada Persamaan (4)

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

$$\mathbf{W}_{ij}(u_i, v_i)_{(n \times n)} = \begin{bmatrix} w_{i1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_{i2} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & w_{in} \end{bmatrix} \tag{4}$$

Dimana d_{ij} : jarak *euclidean* dengan dan h adalah *bandwidth*. $\mathbf{W}_{ij}(u_i, v_i)$ merupakan matriks diagonal $(n \times n)$ dimana setiap elemen diagonalnya berfungsi sebagai pembobot untuk masing-masing titik lokasi pengamatan (u_i, v_i) .

4. Pemodelan *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR)

Model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) merupakan kombinasi antara model regresi linier berganda dan GWR. Regresi linier berganda menghasilkan model secara global di setiap lokasi pengamatan, sedangkan GWR menghasilkan model yang disesuaikan untuk setiap lokasi pengamatan (Fotheringham dkk, 2002), Model MGWR disajikan pada Persamaan (5).

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{l=1}^q \beta_l(u_i, v_i)x_{il} + \sum_{g=g+1}^p \beta_g x_{ig} + \varepsilon_i \tag{5}$$

Menurut Fotheringham, dkk. (2014), pendugaan parameter model MGWR diestimasi dengan menggunakan *Weighted Least Square* (WLS). Estimasi parameter MGWR disajikan pada Persamaan (6).

$$\hat{\beta}_g = [\mathbf{X}_g^T(\mathbf{I}_n - \mathbf{S}_l)^T(\mathbf{I}_n - \mathbf{S}_l)\mathbf{X}_g]^{-1}\mathbf{X}_g^T(\mathbf{I}_n - \mathbf{S}_l)^T(\mathbf{I}_n - \mathbf{S}_l)\mathbf{y} \tag{6}$$

Menurut Purhadi (2012), Dengan mensubstitusikan $\hat{\beta}_g$ ke dalam persamaan, maka didapatkan estimasi untuk parameter lokal pada lokasi (u_i, v_i) pada persamaan (7).

$$\hat{\beta}_l(u_i, v_i) = [\mathbf{X}_l^T\mathbf{W}(u_i, v_i)\mathbf{X}_l]^{-1}\mathbf{X}_l^T\mathbf{W}(u_i, v_i)(\mathbf{y} - \mathbf{X}_g\hat{\beta}_g) \tag{7}$$

Estimator $\hat{\beta}_g$ merupakan pendugaan tak bias dan efisien untuk β_g . Sedangkan pendugaan $\hat{\beta}_l(u_i, v_i)$ merupakan estimator tak bias dan efisien untuk $\beta_l(u_i, v_i)$.

a. Pengujian Model MGWR

Pengujian model MGWR melibatkan beberapa tahapan, yaitu uji kesesuaian model, uji simultan parameter model, dan uji parsial parameter model. Uji kesesuaian model MGWR bertujuan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan signifikan antara model regresi linear berganda dan model MGWR. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut.

H_0 : $\beta_l(u_i, v_i) = \beta_g$ (tidak terdapat perbedaan antara variabel lokal dan variabel global dalam model MGWR)

H_1 : minimal terdapat satu $\beta_l(u_i, v_i) \neq \beta_g$ (terdapat perbedaan antara variabel lokal dan variabel global dalam model MGWR)

Statistik uji.

$$\mathbf{F}(\mathbf{1}) = \frac{\mathbf{y}^T[(\mathbf{I}-\mathbf{H})-(\mathbf{I}-\mathbf{S})^T(\mathbf{I}-\mathbf{S})]\mathbf{y}/v_1}{\mathbf{y}^T(\mathbf{I}-\mathbf{S})^T(\mathbf{I}-\mathbf{S})\mathbf{y}/u_1} \tag{8}$$

Keputusan Tolak H_0 , jika $F(1) \geq F_{\alpha,df_1,df_2}$ dengan derajat bebas $df_1 = \left[\frac{v_1^2}{v_2^2} \right]$ dan $df_2 = \left[\frac{u_1^2}{u_2^2} \right]$ Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara variabel lokal dan variabel global dalam model MGWR. Uji simultan parameter model bertujuan untuk menilai signifikansi variabel-variabel prediktor dalam model MGWR secara keseluruhan, mencakup parameter variabel prediktor global maupun lokal. Uji simultan untuk variabel global dilakukan dengan hipotesis uji sebagai berikut.

$H_0 : \beta_{g+1} = \beta_{g+2} = \dots = \beta_g = 0$ (variabel global tidak memiliki pengaruh terhadap variabel terikat dalam model MGWR)

$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \beta_g \neq 0$ (variabel terikat memiliki pengaruh dalam model MGWR)

Statistik uji.

$$F(2) = \frac{y^T[(I-S_i)^T(I-S_i)-(I-S)^T(I-S)]y/r_1}{y^T(I-S)^T(I-S)y/u_1} \quad (9)$$

Keputusan tolak H_0 , jika $F(2) \geq F_{\alpha,df_1,df_2}$ dengan derajat bebad $df_1 = \left[\frac{r_1^2}{r_2^2} \right]$ dan $df_2 = \left[\frac{u_1^2}{u_2^2} \right]$, Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variabel global memiliki pengaruh terhadap variabel respon dalam model MGWR. Uji simultan untuk variabel lokal dilakukan dengan hipotesis uji sebagai berikut.

$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots \beta_l(u_i, v_i) = 0$ (variabel lokal tidak memiliki pengaruh terhadap variabel terikat dalam model MGWR.)

$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \beta_l(u_i, v_i) \neq 0$ (Variabel lokal memiliki pengaruh terhadap variabel terikat dalam model MGWR)

Statistik uji.

$$F(3) = \frac{y^T[(I-S_g)^T(I-S_g)-(I-S)^T(I-S)]^y/t_1}{y^T(I-S)^T(I-S)^y/u_1} \quad (10)$$

Keputusan tolak H_0 , jika $F(3) \geq F_{\alpha,df_1,df_2}$ dengan derajat bebas $df_1 = \left[\frac{t_1^2}{t_2^2} \right]$ dan $df_2 = \left[\frac{u_1^2}{u_2^2} \right]$, Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variabel lokal memiliki pengaruh terhadap variabel respon dalam model MGWR. Sementara itu, uji parsial dilakukan untuk mengevaluasi signifikansi parameter secara individual. Uji parsial untuk variabel global dilakukan dengan hipotesis uji sebagai berikut.

$H_0 : \beta_g = 0$ (Variabel global tidak memiliki pengaruh terhadap variabel respon.)

$H_1 : \beta_g \neq 0$ (Variabel global memiliki pengaruh terhadap variabel respon.)

Statistik uji.

$$T_g = \frac{\hat{\beta}_g}{\hat{\sigma}\sqrt{g_{kk}}} \quad (11)$$

Keputusn tolak H_0 , jika $T_g \geq \frac{t_{\alpha}}{2},df$ dengan mempertimbangkan derajat bebas $df = \left[\frac{u_1^2}{u_2^2} \right]$, dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variabel global memiliki pengaruh terhadap variabel respon dalam model MGWR. Uji parsial untuk variabel lokal dilakukan dengan hipotesis uji sebagai berikut.

$H_0 : \beta_l(u_i, v_i) = 0$ (variabel lokal pada lokasi ke- i tidak memiliki pengaruh terhadap variabel terikat dalam model MGWR)

$H_1 : \beta_l(u_i, v_i) \neq 0$ (variabel lokal pada lokasi ke- i memiliki pengaruh terhadap variabel terikat dalam model MGWR)

Statistik uji.

$$T_l = \frac{\hat{\beta}_l(u_i, v_i)}{\hat{\sigma}\sqrt{m_{kk}}} \quad (12)$$

Keputusan tolak H_0 jika $T_l \geq \frac{t_{\alpha}}{2},df$ dengan mempertimbangkan derajat bebas $df = \left[\frac{u_1^2}{u_2^2} \right]$ Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variabel lokal pada lokasi ke- i memiliki pengaruh terhadap variabel respon dalam model MGWR.

III. Hasil dan Pembahasan

Tahap awal pengujian heterogenitas spasial sangat penting untuk memastikan estimasi yang efisien dan kesimpulan yang akurat. Pengujian ini menggunakan uji BP yang ditunjukkan oleh Persamaan (1). Diperoleh hasil uji BP dengan $p\text{-value} = 0.004999$ dan $\alpha = (0,05)$. Dapat disimpulkan H_0 ditolak yang berarti bahwa terdapat pengaruh heterogenitas spasial pada data jumlah keluarga berisiko *stunting* di Kabupaten Merangin Tahun 2022. Dengan terdeteksi heterokedastisitas ini, maka pengujian model spasial dapat dilanjutkan.

Selanjutnya pemodelan MGWR dilakukan dengan memilih fungsi pembobot dengan *bandwidth* optimum. Pemilihan *bandwidth* berdasarkan nilai CV minimum. Nilai CV diperoleh menggunakan Persamaan (2). Fungsi pembobotan yang akan digunakan adalah *fixed Gaussian kernel* dengan nilai *bandwidth* yang optimum. Tabel 1 menunjukkan nilai *bandwidth* optimum dan CV minimum.

Tabel 1. Nilai *Bandwidth* dengan fungsi pembobotan *fixed gaussian kernel*

<i>Bandwidth</i>	CV
0.4262062	0.6321394
0.6889276	0.6613595
0.2638354	0.6192986
0.1634848	0.7225679
0.3258555	0.6166853
0.3122863	0.6156161
0.3122863	0.6152662
0.3032863	0.6152377
0.2967939	0.6152241
0.2990537	0.6152241
0.2991479	0.6152241
0.2991886	0.6152241
0.2991072	0.6152241

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh nilai *bandwidth* optimum sebesar 0.2991072 dengan CV minimum sebesar 0.6152241. Selanjutnya Perhitungan jarak *euclidean* (d_{ij}) menggunakan Persamaan (3) untuk semua lokasi (u_i, v_i) dalam penelitian dilakukan untuk membentuk matriks pembobotan di setiap lokasi pengamatan. Matriks pembobotan yang digunakan adalah matriks diagonal, menghasilkan 24 matriks pembobotan pada data jumlah keluarga berisiko stunting tahun 2022 di Kabupaten Merangin. Nilai *bandwidth* optimum yang diperoleh sebelumnya dimasukkan ke dalam fungsi pembobotan yang akan digunakan untuk membentuk matriks pembobotan. Berdasarkan Persamaan (4), perhitungan matriks pembobotan dilakukan dengan menggunakan *fixed Gaussian kernel* adalah sebagai berikut:

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

$$w_{(n \times n)} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1\ 24} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2\ 24} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{24\ 1} & w_{24\ 2} & \dots & w_{24\ 24} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{11}}{h}\right)^2\right] & \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{12}}{h}\right)^2\right] & \dots & \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{1\ 24}}{h}\right)^2\right] \\ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{21}}{h}\right)^2\right] & \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{22}}{h}\right)^2\right] & \dots & \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{2\ 24}}{h}\right)^2\right] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{24\ 1}}{h}\right)^2\right] & \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{24\ 2}}{h}\right)^2\right] & \dots & \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{24\ 24}}{h}\right)^2\right] \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0.656 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0.672 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Salah satu contoh jarak *euclidean* berdasarkan Pembobotan dapat dilihat pada Tabel 2 untuk lokasi-lokasi yang ditunjukkan untuk Kecamatan Bangko. Kecamatan Bangko merupakan pusat pemerintahan dari Kabupaten Merangin sehingga jumlah keluarga berisiko *stunting* dipercaya lebih baik dari pada Kecamatan yang lain.

Tabel 2. Jarak (d_{ij}) dan (w_{ij}) dengan Kecamatan Bangko

Lokasi ke-	Kecamatan	Bangko	
		d_{ij}	w_{ij}
1	Jangkat	0.68370656	0
2	Bangko	0	1
3	Muara Siau	0.27472883	0
4	Sungai Manau	0.27439816	0
5	Tabir	0.23451883	0.6077218
6	Pamenang	0.24394356	0.6974457
7	Tabir Ulu	0.15576349	0.6840223
8	Tabir Selatan	0.19858718	0.6103937
9	Lembah Masurai	0.41236484	0
10	Bangko Barat	0.0646456	0.9327288
11	Nalo Tantan	0.07530229	0.9138657
12	Batang Masumai	0.05320899	0.9592918
13	Pamenang Barat	0.14074164	0.7652368
14	Tabir Ilir	0.35993844	0
15	Tabir Timur	0.42337125	0
16	Renah Pembarap	0.22636743	0
17	Pangkalan Jambu	0.35593106	0
18	Jangkat Timur	0.57401776	0
19	Renah Pamenang	0.15316295	0.7627783
20	Pamenang Selatan	0.16726004	0.7382121
21	Margo Tabir	0.20231304	0
22	Tabir Lintas	0.16282641	0.6540997
23	Tabir Barat	0.30438585	0
24	Tiang Pumpung	0.18791269	0.6725913

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa jarak *euclidean* untuk lokasi (u_2, v_2) yaitu Kecamatan Bangko terhadap Kecamatan Jangkat yaitu sebesar 0.68370656 sehingga nilai pembobot (w_{ij}) yang didapatkan adalah 0. Sementara itu jarak *euclidean* antara Kecamatan Bangko terhadap Kecamatan Bangko Barat yaitu sebesar 0.0646456 dengan nilai pembobotan (w_{ij}) sebesar 0.9327288. Hal ini terjadi karena pembobot *fixed gaussian kernel* mengasumsikan bahwa nilai pembobotan (w_{ij}) akan mendekati nilai satu jika jarak antara lokasi ke- i dan lokasi ke- j semakin dekat sementara nilai pembobot (w_{ij}) akan semakin lebih kecil dari satu jika jarak antara kedua lokasi tersebut semakin jauh.

A. Pemodelan *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR)

Model MGWR dapat dilanjutkan jika terdapat heterogenitas spasial yang menunjukkan bahwa data jumlah keluarga berisiko *stunting* disetiap Kecamatan di Kabupaten Merangin dipengaruhi oleh faktor lokasi pengamatan. Berdasarkan hasil pengujian sebelumnya, yang menunjukkan adanya heterogenitas spasial dalam jumlah keluarga berisiko *stunting*

di setiap kecamatan di Kabupaten Merangin. Analisis dilanjutkan ke model MGWR, dalam model MGWR terdapat variabel prediktor yang berpengaruh secara lokal yaitu X_1 . Sementara dua variabel prediktor berpengaruh secara global adalah X_2 dan X_4 . Oleh karena itu model MGWR untuk jumlah keluarga berisiko *stunting* di Kabupaten Merangin dibentuk dengan mempertimbangkan variabel-variabel tersebut dan menggunakan pembobot *fixed Gaussian kernel*. Berikut ini adalah model MGWR untuk jumlah keluarga berisiko *stunting* di Kabupaten Merangin tahun 2022.

$$\begin{aligned} \hat{y}_1 &= 0.0016 + 0.587X_1 + 0.553X_2 + 0.394X_4 \\ \hat{y}_2 &= -0.0095 + 0.455X_1 + 0.553X_2 + 0.394X_4 \\ \hat{y}_3 &= -0.0059 + 0.358X_1 + 0.553X_2 + 0.394X_4 \\ \hat{y}_4 &= -0.0059 + 0.593X_1 + 0.553X_2 + 0.394X_4 \\ &\vdots \\ \hat{y}_{21} &= -0.0369 + 0.239X_1 + 0.553X_2 + 0.394X_4 \\ \hat{y}_{22} &= -0.0339 + 0.257X_1 + 0.553X_2 + 0.394X_4 \\ \hat{y}_{23} &= -0.0091 + 0.343X_1 + 0.553X_2 + 0.394X_4 \\ \hat{y}_{24} &= -0.0081 + 0.633X_1 + 0.553X_2 + 0.394X_4 \end{aligned}$$

Model MGWR merupakan bentuk model yang sesuai untuk menggambarkan jumlah keluarga berisiko *stunting* pada tahun 2022 di Kabupaten Merangin, karena memiliki nilai R^2 sebesar 0,9918 yang menunjukkan bahwa ketiga variabel (X_1 , X_2 dan X_4) menjelaskan hampir semua informasi yang diperlukan untuk mengestimasi variasi jumlah keluarga berisiko *stunting* di Kabupaten Merangin adalah sebesar 99% sementara sisanya 1% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak teridentifikasi. Selanjutnya dilakukan uji kesesuaian model, uji simultan parameter model dan uji parsial parameter model. Uji kesesuaian model menggunakan Persamaan (8). Tabel 3 menunjukkan hasil uji kesesuaian model MGWR.

Tabel 3. Uji Kesesuaian Model

F_1	Keputusan
1.1203	Gagal Menolak H_0

Berdasarkan Tabel 2 didapatkan nilai $F(1) = 1.1203 < F_{0,05,12,21} = 2.250$ maka diputuskan gagal menolak H_0 . Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model MGWR tidak berbeda dari model regresi linear berganda. Selanjutnya pengujian simultan parameter prediktor global menggunakan Persamaan (9) dilakukan untuk menilai signifikansi parameter prediktor global secara keseluruhan di setiap Kecamatan di Kabupaten Merangin secara simultan terhadap variabel respon.

Tabel 4. Uji Simultan Parameter Variabel Global Model MGWR

F_2	Keputusan
264.7396	H_0 Ditolak

Berdasarkan Tabel 3 didapatkan nilai $F(2) = 264.7396 > F_{0,05,10,21} = 2.321$ maka diputuskan H_0 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa variabel prediktor global jumlah keluarga dengan sanitasi tidak layak (X_2) dan jumlah keluarga memiliki bayi dibawah lima tahun (X_4) berpengaruh signifikan terhadap jumlah keluarga berisiko *stunting* di Kabupaten Merangin tahun 2022 pada model MGWR. Selanjutnya pengujian simultan parameter prediktor lokal menggunakan Persamaan (10) dilakukan untuk menilai signifikansi parameter prediktor lokal di setiap Kecamatan di Kabupaten Merangin secara simultan terhadap variabel respon.

Tabel 5. Uji Simultan Parameter Variabel Lokal Model MGWR

F_3	Keputusan
19.8753	H_0 Ditolak

Berdasarkan Tabel 4 didapatkan nilai $F(3) = 19.8753 > F_{0,005,12,21} = 2.250$ maka diputuskan H_0 ditolak dan dapat disimpulkan bahwa variabel prediktor lokal jumlah keluarga dengan sumber air minum tidak layak (X_1) berpengaruh signifikan terhadap jumlah keluarga yang berisiko *stunting* di Kabupaten Merangin tahun 2022 pada model MGWR.

Pengujian parsial parameter prediktor global menggunakan Persamaan (11) dilakukan untuk menilai signifikansi masing – masing parameter prediktor global di setiap Kecamatan di Kabupaten Merangin secara parsial terhadap variabel respon.

Tabel 6. Uji Parsial Parameter Variabel Global Model MGWR

Variabel	$ T_g $	Keputusan
X_2	15.2943	H_0 Ditolak
X_4	15.2751	H_0 Ditolak

Berdasarkan Tabel 5 didapatkan nilai variabel Global X_2 dengan nilai $|T_g| = 15.3620 > t_{tabel}(t_{0,05,21} = 2.080)$ maka H_0 ditolak yang berarti variabel jumlah keluarga dengan sanitasi tidak layak berpengaruh signifikan terhadap jumlah keluarga berisiko *stunting* pada model MGWR. Sedangkan untuk variabel Global X_4 dengan $|T_g| = 15.9454 > t_{tabel}(t_{0,05,21} = 2.080)$ maka H_0 ditolak yang berarti variabel jumlah keluarga memiliki bayi dibawah lima tahun berpengaruh signifikan terhadap jumlah keluarga berisiko *stunting* pada model MGWR. Pengujian parsial parameter prediktor lokal menggunakan Persamaan (12) dilakukan untuk menilai signifikansi parameter prediktor lokal. Salah satu contoh di Kecamatan Bangko secara parsial terhadap variabel respon.

Tabel 7. Uji Parsial Parameter Variabel Lokal Kecamatan Bangko

Variabel	Koefisien	$ T_l $	Keputusan
X_7	0.455	10.1359	H_0 Ditolak

Berdasarkan tabel 6 variabel lokal X_7 memiliki nilai $|T_l|$ lebih besar dari $t_{tabel}(t_{0,05,21} = 2.080)$ sehingga H_0 ditolak yang berarti variabel jumlah keluarga dengan sumber air minum tidak layak (X_7) pada lokasi ke (u_2, v_2) yaitu Kecamatan Bangko berpengaruh signifikan terhadap jumlah keluarga berisiko *stunting* pada model MGWR. serta menjelaskan bahwa Jumlah keluarga berisiko *stunting* akan menurun sebesar 0.455 jika jumlah keluarga dengan sumber minum air minum tidak layak (X_7) meningkat satu satuan dengan syarat variabel prediktor lainnya tetap konstan dan hal yang sama berlaku untuk variabel prediktor lainnya. Secara umum, variabel global maupun variabel lokal memiliki signifikan terhadap jumlah keluarga berisiko *stunting* di Kabupaten Merangin Tahun 2022 pada model MGWR. Tabel 8 menyajikan variabel lokal yang memiliki pengaruh signifikan terhadap jumlah keluarga berisiko *stunting* di Kabupaten Merangin.

Tabel 8. Variabel Signifikan di setiap Kecamatan

Kecamatan	Variabel Signifikan
Jangkat	X_1, X_2, X_4
Bangko	X_1, X_2, X_4
Muara Siau	X_1, X_2, X_4
Sungai Manau	X_1, X_2, X_4
Tabir	X_1, X_2, X_4
Pamenang	X_1, X_2, X_4
Tabir Ulu	X_1, X_2, X_4
Tabir Selatan	X_1, X_2, X_4
Lembah Masurai	X_1, X_2, X_4
Bangko Barat	X_1, X_2, X_4
Nalo Tantan	X_1, X_2, X_4
Batang Masumai	X_1, X_2, X_4
Pamenang Barat	X_1, X_2, X_4
Tabir Ilir	X_1, X_2, X_4
Tabir Timur	X_1, X_2, X_4
Renah Pembarap	X_1, X_2, X_4
Pangkalan Jambu	X_1, X_2, X_4
Jangkat Timur	X_1, X_2, X_4
Renah Pamenang	X_1, X_2, X_4
Margo Tabir	X_1, X_2, X_4
Tabir Lintas	X_1, X_2, X_4
Tabir Barat	X_1, X_2, X_4
Tiang Pumpung	X_1, X_2, X_4

Selanjutnya melakukan interpretasi model MGWR menggunakan Persamaan (5). Berikut ini adalah contoh model MGWR Kecamatan Bangko :

$$\hat{y}_2 = -0.0095 + 0.455X_1 + 0.553X_2 + 0.394X_4$$

Dari model MGWR Kecamatan Bangko diketahui bahwa seluruh variabel prediktor berpengaruh positif pada model. Artinya nilai prediksi akan bertambah seiring pertambahan variabel prediktor. Contohnya seiring pertambahan variabel jumlah keluarga dengan sumber air minum tidak layak (X_i) satu satuan maka akan meningkatkan nilai prediksi sebesar 0.9453. Begitupun untuk variabel X_2 dan X_4 .

IV. KESIMPULAN

Pemodelan MGWR menggunakan matriks pembobot *fixed gaussian kernel*. Salah satu contoh model yang diperoleh adalah Kecamatan Bangko. Berikut model MGWR untuk Kecamatan Bangko.

$$\hat{y}_2 = -0.0095 + 0.455X_1 + 0.553X_2 + 0.394X_4$$

Variabel global dan lokal memiliki pengaruh signifikan pada jumlah keluarga berisiko *stunting* di setiap Kecamatan di Kabupaten Merangin tahun 2022. Artinya setiap pertambahan nilai variabel prediktor satu satuan maka akan meningkatkan jumlah keluarga berisiko *stunting* di setiap Kecamatan di Kabupaten Merangin tersebut. Disarankan agar penelitian berikutnya mempertimbangkan penambahan variabel prediktor lokal yang dapat mempengaruhi variabel respon.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (2022). *Kabupaten Merangin dalam Jumlah Keluarga Berisiko Stunting Berdasarkan Wilayah Tahun 2022*, Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional, Merangin.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2016). *Situasi Balita pendek*. ACM SIGAPL APL Quote Quad, 29(2), 63-76.
- Kemntrian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). *Hasil Survey Status Gizi Indonesi (SSGI) 2022*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Baltagi, B.H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data (3rd ed.)*. England: John Willey & Sons, Ltd
- Budiantara, I.N. (2000). *Estimator Spline dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik*. Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.
- Caraka, R.E & Yasin H. (2017). *Spatial Data Panel*. Ponorogo: WADE group.
- Fotheringham, A.S., Brunson, C., & Charlton, M. (2002). *Geographically Weighted Regression: the analysis of spatially varying relationships*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Nisa, R. F., Sugito, S., & Hakim, A. R. (2022). *Pemodelan Mixed Geographically Weighted Regression dengan Adaptive Bandwidth Untuk Angka Harapan Hidup (Studi Kasus: Angka Harapan Hidup di Jawa Tengah)*. *Jurnal Gaussian*, 11(1), 67-76.
- Apriyani, N. F., Yuniarti, D., & Hayati, M. N. (2018). *Pemodelan Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR)*. *Eksponensial*, 9(1), 59-66.
- Purhadi & Yasin, H. 2012. *Mixed Geographically Weighted Regression Model Case Study : The Percentage Of Poor Households In Mojokerto 2008*. *European Journal of Scientific Research*, Vol.69, issue 2, hal.188-196.