

## **Pemodelan angka kematian bayi di Indonesia menggunakan *Geographically Weighted Regression (GWR)* dan *Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR)***

**(Modeling infants mortality rate in Indonesia using Geographically Weighted Regression (GWR) and Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR))**

**Muhammad Marizal\*, Kartika Anjani Monalisa**

Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi,  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. Soebrantas KM. 15 Kec. Tuah Madani, Pekanbaru

\*korespondensi: [m.marizal@uin-suska.ac.id](mailto:m.marizal@uin-suska.ac.id)

Received: 13-07-2022, accepted: 28-09-2022

---

### **Abstract**

The Infant Mortality Rate (IMR) is fundamental indicator that reflects the health status in the surrounding community. The Infant Mortality Rate is still categorized as high in Indonesia. Therefore, this study aims to determine the appropriate model in estimating the Infant Mortality Rate (IMR) and to find out the factors that influence the IMR in Indonesia. The data in this study was secondary which obtained from the Indonesia Health Profile. The estimation was carried out using Geographically Weighted Regression (GWR) and Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR) models. The GWR model is development of regression that consider spatial factors. While the MGWR model is a combination of regression and GWR with several variables influence locally, but the rest goes globally. The result showed that the MGWR model was the best model compared to the GWR model with the lowest AIC value selection standart. The MGWR model with weighted Adaptive Kernel Gaussian found that locally influencing factors were infants who were exclusively breastfed (ASI) and infants who received early initiation of breastfeeding (IMD), while globally influencing factors were infants who were given vitamin A, low birth weight (LBW) delivery services at health facilities and pregnant women receiving blood supplementing tables (TTD).

**Keywords:** Adaptive of kernel Gaussian, AIC, the infant mortality rate, GWR, MGWR

**MSC2020:** 62M10

---

## **1. Pendahuluan**

Angka Kematian Bayi (AKB) adalah jumlah bayi yang meninggal sebelum mencapai umur 1 tahun pada waktu tertentu per 1000 kelahiran hidup pada kurun waktu yang sama [1]. Angka kematian bayi merupakan indikator yang utama dalam mencerminkan derajat kesehatan di lingkungan masyarakat. Hal ini disebabkan bahwa bayi rentan terhadap keadaan lingkungan tempat berada. Oleh karena itu, angka kematian bayi merupakan

tolak ukur yang sensitif dari semua upaya intervensi yang dilakukan pemerintah khususnya di bidang kesehatan.

Angka kematian bayi untuk Indonesia sendiri pada tahun 2020 masih mencapai nilai tertinggi yaitu 28,158 dengan 72% (20.266 kematian) terjadi pada usia 0-28 hari, 19,1% (5.386 kematian) terjadi pada usia 29 hari – 11 bulan dan 8,9% (2.506 kematian) terjadi pada usia 12-59 bulan. Masih tingginya nilai angka kematian bayi di Indonesia membuat pemerintah semakin gencar untuk melakukan beberapa upaya dalam menurunkan angka kematian bayi. Seiring dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 25 Tahun 2014 tentang Upaya Kesehatan Anak menyatakan bahwa setiap anak berhak atas kelangsungan hidup, tumbuh, dan berkembang serta berhak atas upaya kesehatan anak secara terpadu, menyeluruh dan berkesinambungan yang dilakukan sejak janin dalam kandungan hingga anak berusia 18 tahun [2].

Di beberapa wilayah yang ada di Indonesia, faktor-faktor yang mempengaruhi kematian bayi berbeda-beda. Faktor-faktor tersebut bervariasi yaitu segi pelayanan fasilitas bersalin dan pelayanan yang sesuai standar, ibu hamil dan bayi kurus yang mendapat pemberian makanan tambahan (PMT), pemberian ASI pada bayi yang baru lahir, pemberian vitamin A dan beberapa faktor lainnya yang diindikasikan adanya efek spasial. Model spasial yang diharapkan mampu menghasilkan model kematian bayi setiap Provinsi di Indonesia tahun 2020 yaitu dengan menggunakan model *Geographically Weight Regression* (GWR) dan *Mixed Geographically Weight Regression* (MGWR). *Geographically Weight Regression* (GWR) adalah pengembangan dari regresi untuk variabel yang bersifat kontinu yang mempertimbangkan aspek lokasi [3], model GWR mempunyai pembobot yang memuat nilai di wilayah pengamatan. Dalam menentukan pembobot, fungsi kernel dijadikan dalam pembobot spasial pada analisis spasial. Pada penelitian ini digunakan fungsi pembobot *adaptive* kernel gaussian [4]. Selain menggunakan *bandwidth*, dalam mencari pembobot juga menggunakan jarak *eucliden* dengan memanfaatkan titik koordinat *longitude* dan *latitude*.

Sedangkan model *Mixed Geographically Weight Regression* (MGWR) adalah gabungan dari model regresi linear dengan model GWR [5]. Pada model MGWR ini diperoleh estimator parameter yang bersifat global dan sebagian lagi bersifat lokal sesuai dengan kondisi lokasi pengamatan data. Biasanya metode yang digunakan dalam menghasilkan estimasi dari parameter yang memodelkan hubungan variabel bebas dengan variabel respon adalah metode regresi [6], tetapi dalam metode regresi ini tidak mempertimbangkan aspek lokal yang berbeda – beda di setiap wilayah atau lokasi.

Pengaplikasian model *Geographically Weighted Regression* (GWR) telah dilakukan oleh Damayanti dan Ratnasari [7] dan juga Agustina dkk. [8] dengan melihat tingkat kemiskinan melalui pemetaan. Sehingga didapatkan kesimpulan bahwa dua variabel yang berpengaruh terhadap penduduk miskin yaitu persentase balita yang kelahirannya

ditolong oleh tenaga kesehatan dan persentase penduduk miskin yang pernah menerima beras raskin. Penelitian yang dilakukan oleh Yusuf dkk. [9] mengaplikasikan model *Geographically Weighted Regression* (GWR) pada presentase kriminalitas yang berada di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2017. Pada penelitian ini terdapat enam variabel *independent* yang dimodelkan dengan variabel *dependent* dengan melihat aspek wilayah atau lokasi.

Selanjutnya penelitian oleh Lumaela dkk. [10], melihat terdapat variabel bebas yang bersifat global dan lokal terhadap *Chemical Oxygen Demand* (COD) sungai di Surabaya. Penelitian oleh Safitri dan Hayati [11], melihat faktor-faktor yang signifikan terhadap Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan menggunakan model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) di setiap kabupaten dan kota yang ada di Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan. Penggunaan model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) digunakan untuk melihat faktor global dan faktor lokal yang berpengaruh di setiap Kabupaten/Kotanya.

Adapula penelitian yang membandingkan antara model *Geographically Weighted Regression* (GWR) dan *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) kemudian memilih model yang cocok untuk menjelaskan suatu variabel dependen ( $Y$ ) dalam suatu kejadian di wilayah pengamatan dengan melihat nilai minimum dari AIC (*Akaike Information Criterion*) seperti penelitian Wuryanti [12], Yasin dkk. [13], dan Kusnandar dkk. [14]. Penelitian tersebut menggunakan model *Geographically Weighted Regression* (GWR) dan *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR), sehingga didapatkan bahwa model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) merupakan model yang cocok dalam menjelaskan suatu variabel dependen ( $Y$ ) dalam suatu kejadian di wilayah pengamatan.

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka penelitian ini bertujuan untuk memperoleh model terbaik yang dapat mempresentasikan angka kematian bayi dan faktor-faktor yang memengaruhinya untuk setiap provinsi di Indonesia dengan menggunakan *Geographically Weighted Regression* (GWR) dan *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR). Penulis mengambil data angka kematian bayi Indonesia tahun 2020 sebagai variabel dependen dan variabel independen adalah bayi diberi ASI eksklusif ( $X_1$ ), bayi yang mendapatkan IMD ( $X_2$ ), bayi yang diberi vitamin A ( $X_3$ ), bayi baru lahir rendah (BBLR) ( $X_4$ ), pelayanan persalinan di fasilitas kesehatan ( $X_5$ ), ibu hamil yang mendapatkan tablet tambah darah ( $X_6$ ).

## 2. Metodologi

Teknik yang dimanfaatkan dalam penelitian ini adalah mengumpulkan berbagai informasi yang memuat bahan-bahan yang berhubungan dengan penelitian baik dari

buku, jurnal, dan artikel. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan memperoleh data dari Profil Kesehatan Indonesia 2020 yang berasal dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Profil Kesehatan Indonesia 2020 tersebut memuat data-data tentang Angka Kematian Bayi (AKB), bayi diberi ASI eksklusif, bayi yang mendapatkan IMD (Inisiasi Menyusui Dini), bayi yang diberi vitamin A, BBLR, pelayanan persalinan di fasilitas kesehatan, ibu hamil yang mendapatkan tablet tambah darah dari 34 Provinsi yang tersebar di Indonesia.

Langkah yang dilakukan dalam menentukan model GWR yaitu penentuan *bandwidth*. Metode yang digunakan dalam pemilihan *bandwidth* optimum, salah satunya adalah metode *Cross Validation (CV)*. Apabila nilai *bandwidth* yang didapatkan besar dapat mengakibatkan bias akan semakin besar dan menyebabkan model yang di peroleh terlalu halus [15]. Langkah selanjutnya adalah menentukan pembobot. Model GWR mempunyai pembobot yang memuat nilai di wilayah pengamatan. Dalam menentukan pembobot, fungsi kernel dijadikan dalam pembobot spasial pada analisis spasial. Pada penelitian ini menggunakan fungsi pembobot *adaptive* kernel Gaussian [4]. Selain menggunakan *bandwidth*, dalam mencari pembobot juga menggunakan jarak *Euclidian* dengan memanfaatkan titik koordinat *longitude* dan *latitude*.

Dalam penelitian ini, menggunakan teknik analisis model GWR dan MGWR. Langkah-langkah dalam analisis data dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis deskriptif data Angka Kematian Bayi (AKB).
2. Melakukan uji heterokedastisitas.
3. Melakukan analisis model regresi linear berganda.
4. Melakukan analisis model regresi *Geographically Weighted Regression (GWR)*.  
Langkah-langkah dalam analisis GWR adalah :
  - Menentukan  $u_i$  dan  $v_i$  pada 34 provinsi di Indonesia.
  - Menghitung jarak Euclidian disetiap wilayah ke- $i$  hingga wilayah ke- $j$  yang berada di koordinat  $(u_i, v_i)$
  - Menetapkan *bandwidth* optimum dengan memakai metode *Cross Validation (CV)*
  - Mencari nilai matriks pembobot memakai fungsi kernel dalam *bandwidth* optimum
  - Menginput semua variabel *independent* untuk melakukan estimasi parameter model *Geographically Weighted Regression (GWR)*
  - Pengujian signifikansi parameter secara parsial
5. Melakukan analisis terhadap regresi *Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR)*. Langkah-langkah dalam analisis MGWR adalah :
  - Mencari estimator parameter model pembobot *independent* memakai fungsi kernel dalam *bandwidth* optimum yang sama dengan model *Geographically Weighted Regression (GWR)*

- Menguji secara serentak terhadap parameter variabel *independent* global pada model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR)
  - Menguji secara parsial serentak terhadap parameter variabel *independent* lokal pada model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR)
6. Melakukan perbandingan antara *Geographically Weighted Regression* (GWR) dengan *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) yang bertujuan untuk pemilihan model terbaik dengan melihat nilai *Akaike Information Criterion* (AIC).

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Statistika Deskriptif

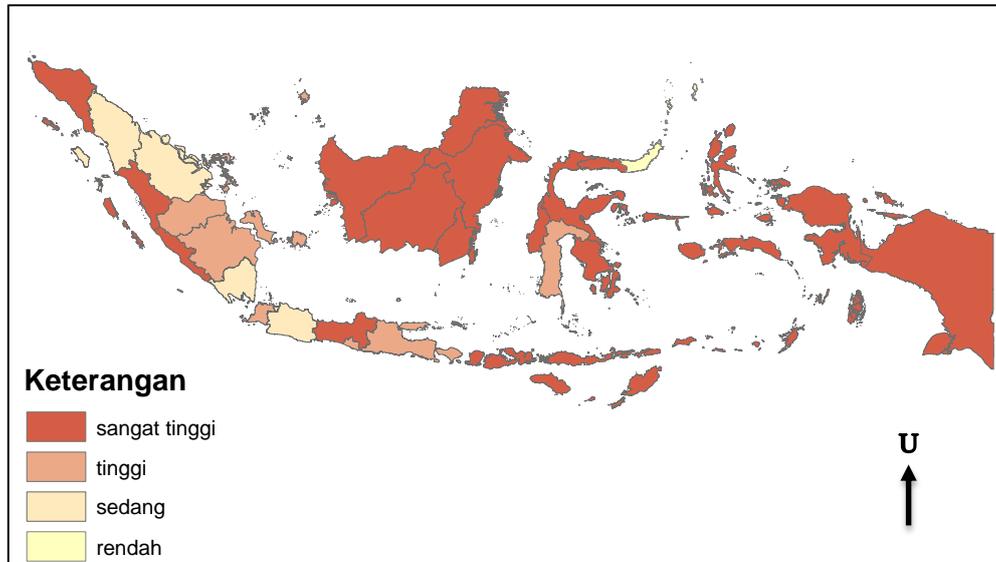
Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari satu variabel terikat dan enam variabel bebas. Berikut ini merupakan statistika deskriptif untuk variabel terikat dan variabel bebas. Statistika deskriptif dapat dilihat pada Tabel 1 yang menunjukkan bahwa nilai range data yang diolah pada setiap variable. Sementara pemetaan Angka Kematian Bayi (AKB) di Indonesia Tahun 2020 dapat dilihat pada Gambar 1 menunjukkan bahwa wilayah pulau Sumatra memiliki variasi yang beragam dengan tingkat kematian bayi mulai dari rendah hingga sangat tinggi. Di pulau Jawa, tingkat kematian bayi yang tinggi terdapat di pulau jawa Tengah, sementara di Pulau Sulawesi, angka kematian bayi yang sangat tinggi terdapat di Provinsi Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah dan Sulawesi Selatan. Kemudian di Pulau Bali, Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan, Maluku dan Papua memiliki tingkat kematian bayi sangat tinggi.

Tabel 1. Statistika deskriptif

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance
<i>Y</i>	34	1.36	22.32	7.79263	3.91176	15.302
<i>X</i> <sub>1</sub>	34	34.00	87.30	63.6235	12.93937	167.427
<i>X</i> <sub>2</sub>	34	50.50	94.20	77.5706	11.59931	134.544
<i>X</i> <sub>3</sub>	34	38.40	99.90	84.5176	13.77196	189.667
<i>X</i> <sub>4</sub>	34	0.80	6.9	3.4265	1.60969	2.591
<i>X</i> <sub>5</sub>	34	31.40	99.60	78.4941	19.96633	398.655
<i>X</i> <sub>6</sub>	34	25.30	99.30	77.4265	17.50178	306.312
Valid	34					
N(listwise)						

Satuan pengukuran dalam persentase (%)

Analisis statistik deskriptif juga dapat disajikan dalam peta tematik untuk melihat situasi yang lebih detail. Angka Kematian Bayi di Indonesia pada tahun 2020 terdiri dari 34 Provinsi. Gambaran data Angka Kematian Bayi di Indonesia ditunjukkan dengan peta berdasarkan letak wilayah Provinsi sebagai berikut:



Gambar 1. Angka kematian bayi perprovinsi di Indonesia

### 3.2 Model Regresi Linier Berganda

Analisis regresi berguna untuk mendapatkan variabel yang memengaruhi Angka Kematian Bayi (AKB) di Indonesia dengan tidak mempertimbangkan faktor lokasi. Adapun hasil estimasi regresi berganda dengan bantuan *software* R dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Estimasi parameter model regresi linier berganda

Variabel	Estimasi
<i>Intercept</i>	26,03060
$X_1$	-0,03973
$X_2$	0,09105
$X_3$	0,04623
$X_4$	0,72760
$X_5$	-0,07848
$X_6$	-12,284

Berdasarkan estimasi parameter model regresi maka model regresi berganda dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y = 26,03060 - 0,03973X_1 + 0,09105X_2 + 0,04623X_3 + 0,72760X_4 - 0,07848X_5 - 12,284X_6$$

Pengujian ini berguna untuk melihat pengaruh yang signifikan antara variabel independen terhadap variabel dependen. Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Uji simultan

Sumber Variasi	df	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Total (KR)	$F_{hitung}$
Regresi	6	306,797	51,133	6,967
Error	27	198,164	7,339	
Total	33	504,961		

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh  $F_{hitung} = 6,967 > F_{0,05;6;27} = 2,44$  dengan keputusan tolak  $H_0$  artinya setidaknya terdapat satu variabel yang berpengaruh simultan terhadap Angka Kematian Bayi (AKB) di Indonesia. Selanjutnya adalah uji secara spasial menggunakan uji  $t$  yang bermanfaat untuk mengetahui pengaruh setiap variabel independen terhadap variabel dependen. Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Uji parsial

Variabel	$t_{hitung}$	Kesimpulan
(Intersept)	2,453	Signifikan
$X_1$	-0,955	Tidak Signifikan
$X_2$	2,016	Tidak Signifikan
$X_3$	0,993	Tidak Signifikan
$X_4$	2,070	Signifikan
$X_5$	-1,920	Tidak Signifikan
$X_6$	-1,745	Tidak Signifikan

Dari Tabel 4 diperoleh bahwa semua nilai  $t_{hitung}$  variabel bebas  $> t_{tabel} \left( t_{\frac{0,05}{2};27} \right) = 2,052$  maka keputusannya adalah hipotesis menolak  $H_0$  dengan kesimpulan bahwa terdapat variabel BBLR yang berpengaruh signifikan terhadap Angka Kematian Bayi (AKB) di Indonesia.

### 3.3 Uji Heteroskedastisitas

Pengujian asumsi heterokedastisitas dilakukan dengan menggunakan metode Uji *Breuch-Pagan*, sehingga diperoleh hasil nya yang dapat ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji heterokedastisitas

Metode	Df	BP	$\chi^2_{tabel}$	Keterangan
<i>Breuch-Pagan</i>	6	18,419	12,592	Tolak $H_0$

Hasil pengujian dengan menggunakan uji *Breuch-Pagan* dapat dilihat pada Tabel 5, menunjukkan bahwa nilai BP  $> \chi^2_{tabel}$  maka dapat disimpulkan terdapat pengaruh heterogenitas spasial. Dengan terdeteksinya heterokedastisitas ini, maka pengujian model spasial dapat dilanjutkan.

### 3.4 Model *Geographically Weighted Regression* (GWR)

Setelah memperoleh model regresi linier berganda, langkah selanjutnya adalah menentukan model GWR. Model GWR adalah model spasial titik yang menggunakan informasi geografis untuk setiap wilayah. Untuk memperoleh model GWR melalui *software R*, perlu kiranya didapatkan informasi geografis yaitu titik *longitude* dan titik *latitude* di setiap Provinsi Indonesia terlebih dahulu. Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai *bandwidth* yang mana nilai *bandwidth* setiap lokasi dapat ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai *bandwidth* setiap lokasi

Provinsi	<i>Bandwidth</i>	Provinsi	<i>Bandwidth</i>
Aceh	24,70611	Nusa Tenggara Barat	13,66051
Sumatera Utara	21,49730	Nusa Tenggara Timur	16,04024
Sumatera Barat	19,09555	Kalimantan Barat	11,11210
Riau	18,19026	Kalimantan Tengah	10,80013
Jambi	15,71340	Kalimantan Selatan	11,53701
Sumatera Selatan	15,43947	Kalimantan Timur	12,22350
Bengkulu	17,02232	Kalimantan Utara	13,38385
Lampung	14,10363	Sulawesi Utara	19,89542
Bangka Belitung	12,88505	Sulawesi Tengah	15,87047
Kep. Riau	14,40116	Sulawesi Selatan	13,68439
DKI Jakarta	13,11202	Sulawesi Tenggara	16,39667
Jawa Barat	12,92985	Gorontalo	16,65978
Jawa Tengah	11,48031	Sulawesi Barat	13,78001
DI Yogyakarta	12,06273	Maluku	23,50268
Jawa Timur	12,18944	Maluku Utara	20,72293
Banten	13,89900	Papua Barat	26,55405
Bali	13,60591	Papua	31,30845

Nilai *bandwidth* yang berbeda pada tiap lokasi pengamatan tersebut disebabkan bahwa dalam penelitian ini fungsi pembobot yang digunakan adalah *adaptive kernel Gaussian*. Penentuan nilai pembobot pada fungsi pembobot *adaptive kernel Gaussian* menggunakan nilai *bandwidth* yang berbeda untuk setiap lokasi pengamatan. Hal inilah yang membedakan fungsi pembobot *adaptive* dan *fixed*. Nilai *bandwidth* setiap daerah seperti tersaji pada Tabel 6 digunakan untuk membentuk nilai pembobot untuk setiap daerah lokasi pengamatan. Langkah selanjutnya adalah menghitung jarak *Euclidean* yang berguna dalam menentukan matriks pembobot setiap lokasi. Jarak *Euclidean* ini menggunakan *longitude* dan *latitude* setiap provinsi yang ada di Indonesia.

Setelah menentukan *bandwidth* dan jarak *Euclidean* untuk setiap lokasi, maka akan disubstitusikan ke dalam fungsi pembobotan *adaptive kernel Gaussian* dengan persamaan sebagai berikut:

$$W_j(u_i, v_i) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{h_{i(q)}}\right)^2\right).$$

Sebagai contoh jarak *Euclidean* yang diberikan antar beberapa provinsi di Indonesia adalah sebagai berikut:

1. Provinsi Riau ke Provinsi Sumatera Utara

$$\begin{aligned} w_{42} &= \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{42}}{h_4}\right)^2\right) \\ &= \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{3,30834}{18,19026}\right)^2\right) \\ &= 0,983597. \end{aligned}$$

2. Provinsi Riau ke Provinsi Barat

$$\begin{aligned} w_{43} &= \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{43}}{h_4}\right)^2\right) \\ &= \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{2,16613}{18,19026}\right)^2\right) \\ &= 0,992935. \end{aligned}$$

Matriks pembobot yang berbeda-beda akan digunakan untuk estimator parameter di setiap lokasi. Sehingga diperoleh nilai parameter setiap lokasi pengamatan. Dengan demikian diperoleh model GWR dengan nilai parameter  $\beta(u_i, v_i)$  sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{Y}_{Aceh} &= 11,347 + 0,85402(\text{BBLR}) \\ \hat{Y}_{Sumut} &= 11,446 + 0,86382(\text{BBLR}) \\ \hat{Y}_{Sumbar} &= 11,56 + 0,86709(\text{BBLR}) \\ &\vdots \\ \hat{Y}_{Gorontalo} &= 11,822 + 0,0931(\text{IMD}) + 0,71676(\text{BBLR}) \\ \hat{Y}_{Sulawesi Barat} &= 0,242803 + 0,72953(\text{BBLR}) \\ \hat{Y}_{Maluku} &= 10,983 + 0,1017(\text{IMD}) \\ \hat{Y}_{Maluku Utara} &= 10,693 + 0,1012(\text{IMD}) \\ \hat{Y}_{Papua Barat} &= 10,799 + 0,1035(\text{IMD}) \\ \hat{Y}_{Papua} &= 10,693 + 0,1034(\text{IMD}) \end{aligned}$$

### 3.5 Pengujian Pengaruh Lokasi Model GWR

Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui bahwa variabel independen berbeda signifikan di lokasi yang berbeda, hasil pengaruh lokasi dapat dilihat pada Tabel 7. Berdasarkan Tabel 7 diperoleh bahwa ada beberapa variabel yang memiliki  $F_{hitung} > F_{\alpha; Df_1; Df_2}$  dengan kesimpulan yang didapatkan adalah variabel ASI, IMD, memiliki pengaruh yang signifikan untuk setiap lokasi (provinsi), sehingga pemodelan ini dapat menggunakan analisis MGWR.

Tabel 7. Uji pengaruh lokasi

Variabel	$Df_1$	$Df_2$	$F_{hitung}$	$F_{\alpha; Df_1; Df_2}$	Keterangan
(Intercept)	6,43483	25,857	0,26928	2,49	Tidak signifikansi
$X_1$	17,23545	25,857	2,87681	1,99	Signifikansi
$X_2$	10,22620	25,857	4,83696	2,22	Signifikansi
$X_3$	9,91397	25,857	1,90797	2,22	Tidak signifikansi
$X_4$	14,84929	25,857	1,53003	2,05	Tidak Signifikansi
$X_5$	11,72487	25,857	1,20179	2,15	Tidak signifikansi
$X_6$	10,64610	25,857	0,11860	2,18	Tidak signifikansi

### 3.6 Uji Signifikan Parameter Parsial Model GWR

Uji ini berguna untuk melihat variabel *independent* yang mempengaruhi Angka Kematian Bayi (AKB) Indonesia.

Tabel 8. Uji pengaruh lokasi

Provinsi	Variabel Signifikan
Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, Gorontalo, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua	Bayi yang mendapatkan inisiasi menyusui dini (IMD)
Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Bangka Belitung, Kepulauan Riau, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, D.I Yogyakarta, Jawa Timur, Banten, Bali, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Gorontalo, Sulawesi Barat	BBLR (Bayi Baru Lahir Rendah)

Berdasarkan hasil yang didapatkan variabel BBLR dan IMD berpengaruh terhadap angka kematian bayi di beberapa Provinsi di Indonesia. Tabel 8 menunjukkan bahwa pengaruh variabel BBLR (Bayi Baru Lahir Rendah) terhadap jumlah kematian bayi terdapat di 26 provinsi. Sementara itu, variabel lain yang memengaruhi jumlah kematian bayi yaitu bayi mendapatkan Inisiasi Menyusui Dini (IMD) terdapat di tujuh provinsi. Kemudian, dua variabel yang mempengaruhi jumlah kematian bayi yaitu bayi yang mendapatkan Inisiasi Menyusui Dini (IMD) dan BBLR yang ditemukan di satu provinsi yaitu provinsi Gorontalo.

### 3.7 Model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) untuk Angka Kematian Bayi (AKB)

Hasil pengujian pengaruh lokasi dari model GWR dapat disimpulkan bahwa variabel lokasi dalam MGWR adalah bayi yang diberi ASI, bayi yang mendapatkan IMD. Sedangkan variabel global adalah bayi yang diberi vitamin A, BBLR, pelayanan persalinan di fasilitas kesehatan, ibu hamil yang mendapatkan tablet tambah darah (TTD). Pada model MGWR menggunakan fungsi pembobot *adaptive kernel Gaussian*

dan langkah pengerjaannya sama seperti model GWR. Sehingga didapatkan nilai parameter setiap lokasi pengamatan dapat diperoleh model MGWR sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{Y}_{Aceh} &= 4,026498 + 0,13917X_2 + 0,81763X_4 - 0,0874X_5 \\ \hat{Y}_{Sumut} &= 0,079284 + 0,12834X_2 + 0,81763X_4 - 0,0874X_5 \\ \hat{Y}_{Sumbar} &= 1,186996 + 0,11994X_2 + 0,81763X_4 - 0,0874X_5 \\ &\vdots \\ \hat{Y}_{Sulbar} &= 0,242803 + 0,18115X_2 + 0,81763X_4 - 0,0874X_5 \\ \hat{Y}_{Maluku} &= 2,596683 - 0,1756X_1 + 0,28368X_2 + 0,81763X_4 - 0,0874X_5 \\ \hat{Y}_{Malut} &= 2,494755 - 0,122X_1 + 0,2455X_2 + 0,81763X_4 - 0,0874X_5 \\ \hat{Y}_{Pabar} &= 3,693907 - 0,185X_1 + 0,29534X_2 + 0,81763X_4 - 0,0874X_5 \\ \hat{Y}_{Papua} &= 0,873467 - 0,2266X_1 + 0,34882X_2 + 0,81763X_4 - 0,0874X_5 \end{aligned}$$

### 3.8 Pengujian Kesesuaian Model MGWR

Uji ini agar mengetahui kesesuaian model MGWR dengan GWR untuk menggambarkan Angka Kematian Bayi (AKB) di Indonesia. Dengan menggunakan Persamaan model MGWR, hasil uji kesesuaian model dapat ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Uji kesesuaian model MGWR

$F_{hitung}$	$F_{tabel}$	Keterangan
5,223103	1,97	Tolak $H_0$

Keputusan yang diperoleh yaitu  $H_0$  ditolak karena  $F_{hitung} > F_{tabel}$  sehingga terdapat perbedaan antara model GWR dan MGWR.

### 3.9 Pengujian Parameter Global Secara Serentak dan Parsial

Uji ini bertujuan untuk menunjukkan parameter global signifikan disetiap provinsi secara keseluruhan. Dalam pengujian parameter global secara serentak model MGWR didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 10. Uji parameter global secara serentak

$F_{hitung}$	$F_{tabel}$	Keterangan
5,551492	1,89	Tolak $H_0$

Dalam pengujian parameter global secara serentak model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) diperoleh keputusan yang didapat adalah  $H_0$  ditolak karena  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel global berpengaruh secara serentak terhadap Angka Kematian Bayi (AKB) di Indonesia. Berikutnya pengujian secara global dikerjakan agar mengetahui parameter global yang berpengaruh signifikan yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengujian parameter global secara parsial serentak model MGWR

Variabel	$t_{hitung}$
$X_2$	2,6072273
$X_5$	-2,4206008
$X_6$	-0,7433284
$X_3$	1,0832331

Berdasarkan pengujian didapatkan nilai  $t_{tabel} = 2,0369$  dengan taraf signifikan 5% sehingga diperoleh keputusan  $H_0$  ditolak untuk variabel global yaitu BBLR dan Fasilitas Kesehatan karena  $t_{hitung} > t_{tabel}$ . dengan kesimpulan bahwa variabel global yaitu BBLR dan Fasilitas Kesehatan secara parsial berpengaruh terhadap Angka Kematian Bayi di Indonesia.

### 3.10 Pengujian Parameter Lokal Secara Serentak dan Parsial

Pengujian ini agar dapat mengetahui signifikan parameter *independent* lokal di setiap provinsi secara serentak. Dalam pengujian parameter lokal secara serentak dapat dilihat dengan jelas pada Tabel 12. Dalam pengujian parameter lokal secara serentak model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) dengan taraf signifikan 5% diperoleh keputusan yang didapatkan adalah variabel lokal berpengaruh signifikan terhadap Angka Kematian Bayi (AKB) di Indonesia.

Tabel 12. Uji parameter lokal secara serentak

$F_{hitung}$	$F_{tabel}$	Keterangan
<b>8.880</b>	1.94	Tolak $H_0$

Berikutnya adalah pengujian terhadap variabel bersifat lokal secara parsial didapatkan hasil bahwa dengan menggunakan taraf signifikan 5% dengan  $t_{tabel} = \frac{t_{0,05}}{2}; 32,5114 = 2,0369$ . Untuk pengambilan keputusan jika  $|T_l| > t_{tabel}$  maka terdapat pengaruh variabel bayi yang diberi ASI eksklusif dan bayi yang mendapatkan IMD. Berdasarkan hasil pengujian bahwa tidak semua provinsi yang signifikan pada variabel lokal dan ada beberapa provinsi yang tidak signifikan. Tabel 13 merupakan variabel lokal yang berpengaruh terhadap Angka Kematian Bayi (AKB) di Indonesia. Tabel 14 menunjukkan bahwa dengan menggunakan nilai AIC, model terbaik yang digunakan untuk pemodelan Angka Kematian Bayi (AKB) di Indonesia adalah model MGWR karena model ini mempunyai nilai AIC terkecil.

Tabel 13. Pengelompokan variabel lokal yang signifikan

Provinsi	Variabel Signifikan
Sulawesi Utara, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua	Bayi yang diberi ASI eksklusif
Aceh, Sumut, Sumbar, Riau, Jambi, Sumsel, Bengkulu, Lampung, Bangka Belitung, Kep.Riau, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, D.I Yogyakarta, Jawa Timur, Banten, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua	Bayi yang mendapatkan Inisiasi Menyusui Dini (IMD)

Tabel 14. Perbandingan model GWR dan MGWR berdasarkan nilai AIC

Metode	AIC
<i>Geographically Weighted Regression (GWR)</i>	156,5624
<i>Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR)</i>	155,8166

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemodelan Angka Kematian Bayi (AKB) untuk setiap provinsi di Indonesia dengan menggunakan model *Geographically Weight Regression (GWR)* adalah:

$$\hat{Y}_{Aceh} = 11,347 + 0,85402X_4$$

$$\hat{Y}_{Sumut} = 11,446 + 0,86382X_4$$

$$\hat{Y}_{Sumbar} = 11,56 + 0,86709X_4$$

⋮

$$\hat{Y}_{Papua Barat} = 10,799 + 0,1035X_2$$

$$\hat{Y}_{Papua} = 10,693 + 0,1034X_2$$

Sedangkan pemodelan Angka Kematian Bayi (AKB) untuk setiap provinsi di Indonesia dengan menggunakan model *Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR)* adalah:

$$\hat{Y}_{Aceh} = 4,02649 + 0,13917X_2 + 0,81763X_4 - 0,0874X_5$$

$$\hat{Y}_{Sumut} = 0,07928 + 0,12834X_2 + 0,81763X_4 - 0,0874X_5$$

$$\hat{Y}_{Sumbar} = 1,18699 + 0,11994X_2 + 0,81763X_4 - 0,0874X_5$$

⋮

$$\hat{Y}_{Sulbar} = 0,24280 + 0,18115X_2 + 0,81763X_4 - 0,0874X_5$$

$$\hat{Y}_{Maluku} = 2,59668 - 0,1756X_1 + 0,28368X_2 + 0,81763X_4 - 0,0874X_5$$
$$\hat{Y}_{Papua} = 0,87346 - 0,2266X_1 + 0,34882X_2 + 0,81763X_4 - 0,0874X_5$$

2. Berdasarkan analisis yang telah dikerjakan diperoleh bahwa terdapat faktor yang mempengaruhi secara lokal dan global pada pemodelan Angka Kematian Bayi (AKB) di Indonesia dengan pendekatan *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR). Pemodelan MGWR yang didapatkan antara satu lokasi dan lokasi lainnya akan berbeda. Model MGWR yang dilakukan dengan pembobot fungsi *adaptive kernel Gaussian* dengan faktor yang berpengaruh secara lokal adalah bayi yang diberi ASI eksklusif dan bayi yang mendapatkan Inisiasi Menyusui Dini (IMD), sedangkan faktor yang berpengaruh secara global adalah bayi yang diberi vitamin A, BBLR, pelayanan persalinan di fasilitas pelayanan kesehatan, dan ibu hamil yang mendapatkan tablet tambah darah (TTD).
3. Telah disimpulkan dengan melihat nilai AIC, model terbaik yang digunakan dalam memodelkan Angka Kematian Bayi (AKB) di Indonesia adalah *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) dengan nilai AIC terkecil sebesar 155.8166. Variabel global yang berpengaruh signifikan adalah variabel BBLR sedangkan variabel lokal tidak semua lokasi yang berpengaruh signifikan.

## Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik. *Profil Kesehatan Ibu dan Anak 2015*. Jakarta: BPS. 2016.
- [2] Kementerian Kesehatan Republik. *Profil Kesehatan Indonesia 2020*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2021.
- [3] B. Lu, M. Charlton, P. Harris, dan A.S. Fotheringham. "Geographically Weighted Regression with a non-Euclidean distance metric: A case study using hedonic house price data." *International Journal of Geographical Information Science*. vol. 28. no. 4. hal. 660–681. 2014. doi: <https://doi.org/10.1080/13658816.2013.865739>
- [4] M.R. Fadli, R. Goejantoro, dan Wasono, "Pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) dengan fungsi pembobot tricube terhadap Angka Kematian Ibu (AKI) di Kabupaten Kutai Kartanegara Tahun 2015," *Jurnal Eksponensial*, vol. 9, no. 1, hal. 11–18, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/exponensial/article/view/209>
- [5] N.F. Apriyani, D. Yuniarti, dan M.N. Hayati. "Pemodelan Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR) (Studi Kasus: jumlah penderita diare di Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2015)." *Jurnal Eksponensial*. vol. 9. hal. 59–66. 2018.
- [6] A.Z. Nibayah. *Pengolahan Data Penelitian Menggunakan Software SPSS 23.0*. Semarang: Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam UIN Walisongo Semarang. 2019.

- [7] Y. Damayanti dan V. Ratnasari. “Pemodelan penduduk miskin di Jawa Timur menggunakan metode Geographically Weighted Regression (GWR).” *Jurnal Sains dan Seni ITS*. vol. 2. hal. 1–6. 2013.
- [8] M.F. Agustina, R. Wasono, dan M.Y. Darsyah. “Pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) pada tingkat kemiskinan di Provinsi Jawa Tengah.” *Jurnal Statistika*. vol. 3. no. 2. hal. 67–74. 2015,
- [9] D.W. Yusuf, E.M.P. Hermanto, dan W. Pramesti. “Pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) pada persentase kriminalitas di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017.” *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*. vol. 4. no. 1. hal. 156–163. 2017.
- [10] A. K. Lumaela, B. W. Otok, dan Sutikno. “Pemodelan Chemical Oxygen Demand (COD) sungai di Surabaya dengan metode mixed geographically weighted regression.” *Jurnal Sains dan Seni ITS*. vol. 2. no. 1. hal. D100–D105. 2013. [Daring]. Tersedia pada: [http://ejournal.its.ac.id/index.php/sains\\_seni/article/view/3204%0Ahttps://ejournal.its.ac.id](http://ejournal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/3204%0Ahttps://ejournal.its.ac.id)
- [11] R.N. Safitri, Suyitno, dan M.N. Hayati. “Penerapan model mixed geographically weighted regression dengan fungsi pembobot adaptive tricube pada IPM 30 Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan tahun 2016.” *Ekspansional*. vol. 11. no. 2. hal. 107–116. 2020.
- [12] I.F. Wuryanti, S.W. Purnami, dan Purhadi. “Pemodelan Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR) pada angka kematian balita di Kabupaten Bojonegoro tahun 2011.” *Jurnal Sains dan Seni ITS*. vol. 2. no. 1. hal. 66–71. 2011.
- [13] H. Yasin, B. Warsito, dan A. R. Hakim. “Pemodelan pertumbuhan ekonomi di Provinsi Banten menggunakan mixed geographically weighted regression.” *Media Statistika*. vol. 11. no. 1. hal. 53–64. 2018. doi: <https://doi.org/10.14710/medstat.11.1.53-64>
- [14] D. Kusnandar, N.N. Debatara, dan S. Fitriani. “Pemodelan sebaran total dissolved solid menggunakan metode mixed geographically weighted regression.” *Aplikasi Statistika dan Komputasi Statistik*. vol. 13. hal. 9–16. 2021.
- [15] A. Dwinata. “Model regresi logistik terboboti geografis (Studi Kasus: Pemodelan kemiskinan di Provinsi Jawa Timur).” *Doctoral dissertation. Tesis*. 2012. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.