

# Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi di Provinsi Nusa Tenggara Barat Menggunakan Metode *Mixed Geographically Weighhted Regression*

Yusnia Alfiani <sup>a</sup>, Syamsul Bahri <sup>b</sup>, Nurul Fitriyani <sup>c</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Matematika FMIPA Universitas Mataram, Jalan Majapahit no. 62, Mataram 83125, Indonesia.

Email: [yusniaalfiani0@gmail.com](mailto:yusniaalfiani0@gmail.com)

<sup>b</sup> Program Studi Matematika FMIPA Universitas Mataram, Jalan Majapahit no. 62, Mataram 83125, Indonesia.

Email: [syamsul.math@unram.ac.id](mailto:syamsul.math@unram.ac.id)

<sup>c</sup> Program Studi Matematika FMIPA Universitas Mataram, Jalan Majapahit no. 62, Mataram 83125, Indonesia.

Email: [nurul.fitriyani@unram.ac.id](mailto:nurul.fitriyani@unram.ac.id)

---

## ABSTRACT

West Nusa Tenggara Province has experienced economic growth in the last five years, from 2016 to 2020. West Nusa Tenggara Province is predicted to experience a demographic bonus in 2030, namely a phenomenon where the population of productive age will increase when compared to the young and elderly population. This demographic bonus condition can be utilized to maximize economic growth. To find out the causes of economic growth, an analysis is needed regarding the factors that cause economic growth. This study aims to determine the economic growth model with 6 variables that influence economic growth, namely rice productivity, maize productivity, human development index, total medium-large industry in NTB, open unemployment rate, and local revenue. The method used in this study is the Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR) method. Modeling economic growth using this method produces 10 models for 10 districts/cities in NTB Province. Factors that significantly influence economic growth in West Nusa Tenggara Province, namely rice productivity ( $X_1$ ), human development index ( $X_3$ ), total medium-large industries ( $X_4$ ), and open unemployment rate ( $X_5$ ).

Keywords: Demographic bonus, economic growth, Mixed Geographically Weighted Regression, spatial data

---

## ABSTRAK

Provinsi Nusa Tenggara Barat mengalami pertumbuhan ekonomi dalam lima tahun terakhir yakni sejak tahun 2016 hingga tahun 2020. Provinsi Nusa Tenggara Barat diprediksi akan mengalami kondisi bonus demografi pada tahun 2030 yaitu fenomena dimana penduduk usia produktif akan semakin bertambah jika dibandingkan dengan penduduk usia muda dan lanjut usia. Kondisi bonus demografi ini dapat dimanfaatkan untuk memaksimalkan pertumbuhan ekonomi. Untuk mengetahui penyebab pertumbuhan ekonomi tersebut, diperlukan analisis terkait faktor-faktor yang menyebabkan pertumbuhan ekonomi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model pertumbuhan ekonomi dengan 6 variabel yang berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi, yaitu produktivitas padi, produktivitas jagung, indeks pembangunan manusia, total industri besar sedang di NTB, tingkat pengangguran terbuka, dan pendapatan asli daerah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR). Pemodelan pertumbuhan ekonomi menggunakan metode ini menghasilkan 10 model untuk 10 kabupaten/ kota di Provinsi NTB. Faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi di Provinsi Nusa Tenggara Barat yaitu produktivitas padi ( $X_1$ ), indeks pembangunan manusia ( $X_3$ ), total industri besar sedang ( $X_4$ ), dan tingkat pengangguran terbuka ( $X_5$ ).

Keywords: Bonus demografi, data spasial, *Mixed Geographically Weighted Regression*, pertumbuhan ekonomi.

---

### 1. Pendahuluan

Pertumbuhan ekonomi merupakan suatu proses perubahan kondisi perekonomian suatu wilayah yang terjadi secara berkesinambungan ke

arah yang lebih baik dalam jangka waktu tertentu yang kemudian berdampak pada peningkatan pendapatan nasional. Pertumbuhan ekonomi dijadikan sebagai suatu tolak ukur untuk mengetahui

---

\* Corresponding author.

Alamat e-mail: [yusniaalfiani@gmail.com](mailto:yusniaalfiani@gmail.com)

tingkat keberhasilan pembangunan ekonomi dalam kehidupan masyarakat di suatu wilayah. Semakin tinggi pertumbuhan ekonomi maka prospek perkembangan wilayah juga akan semakin baik (Syahputra, 2017).

Provinsi Nusa Tenggara Barat adalah salah satu provinsi yang mengalami pertumbuhan ekonomi pada tahun 2016, 2017, 2018, 2019, dan 2020. Hal ini dapat dilihat dari nilai produk domestik regional bruto (PDRB). Berdasarkan Berita Resmi Statistik yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik Provinsi NTB, perekonomian Provinsi NTB pada tahun 2016, 2017, 2018, 2019, dan 2020 secara berturut-turut mengalami pertumbuhan sebesar 5,82%, 0,11%, 3,08%, 4,01%, dan 3,03%. Provinsi NTB juga diprediksi akan mengalami kondisi bonus demografi yaitu fenomena dimana penduduk usia produktif akan semakin bertambah jika dibandingkan dengan penduduk usia muda dan lanjut usia. Diproyeksikan pada tahun 2035 penduduk NTB berjumlah 5,75 juta jiwa dimana penduduk berjenis kelamin perempuan lebih besar jumlahnya. Berdasarkan data proyeksi penduduk, Provinsi NTB diperkirakan mengalami kondisi bonus demografi pada tahun 2030 yaitu ketika angka *dependency ratio* berada di angka 48,6 persen. Penduduk usia produktif NTB diperkirakan 67,3 persen dan penduduk usia non produktif berjumlah sekitar 32,7 persen. Hal ini dapat menjadi peluang untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang tinggi jika dimanfaatkan secara optimal (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2013).

Oleh karena itu perlu dilakukan suatu analisis pertumbuhan ekonomi untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi Provinsi NTB. Analisis pertumbuhan ekonomi untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dapat dilakukan dengan menggunakan analisis regresi dengan beberapa metode diantaranya yaitu metode *Least Absolute Shrinkage and Selection Operator* (LASSO), *Ordinary Least Square* (OLS), *Geographically Weighted Regression* (GWR), dan *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR). Metode LASSO merupakan metode baru untuk meningkatkan estimasi OLS dimana metode LASSO ini cocok diterapkan pada data yang mengandung multikolinieritas (Prabowo *et al.*, 2015).

Metode OLS merupakan sebuah model regresi linear dengan metode perhitungan kuadrat

terkecil dengan asumsi bahwa nilai duga parameter regresi adalah tetap (konstan). Apabila terjadi heterogenitas spasial pada parameter regresi, maka informasi yang tidak dapat ditangani oleh metode regresi OLS akan ditampung sebagai galat. Apabila kasus seperti ini terjadi, regresi OLS menjadi kurang mampu dalam menjelaskan fenomena data yang sebenarnya. Oleh karena itu, untuk mengantisipasi munculnya heterogenitas spasial pada parameter regresi, regresi OLS dikembangkan menjadi GWR yang kemudian dikembangkan lagi menjadi metode MGWR (Yasin, 2011).

GWR merupakan pengembangan dari model regresi dengan setiap parameter dihitung pada setiap lokasi pengamatan sehingga setiap lokasi pengamatan mempunyai nilai parameter regresi yang berbeda-beda. Parameter regresi pada metode GWR diasumsikan bervariasi secara spasial. Kekurangan dari metode GWR ini adalah tidak mencantumkan parameter yang berpengaruh secara global pada model padahal hal tersebut juga turut mempengaruhi variabel terikat. Oleh karena itu metode GWR dikembangkan lagi menjadi metode MGWR. Metode MGWR adalah metode yang menggabungkan antara metode regresi linier dengan metode GWR, dimana parameter yang akan dihasilkan dari metode regresi linier akan bersifat global (menyeluruh) dan parameter yang dihasilkan dari metode GWR akan bersifat lokal (spesifik untuk setiap lokasi). Maka dari itu model yang akan dihasilkan pada metode MGWR adalah model yang memiliki parameter bersifat lokal dan parameter bersifat global (Yasin *et al.*, 2018).

Penelitian sebelumnya yang mengkaji pemodelan MGWR telah banyak dilakukan. Widayaka *et al.* (2016) melakukan pemodelan pertumbuhan ekonomi menurut kabupaten/ kota di Jawa Tengah menggunakan metode MGWR. Selain itu, Hakim *et al.* (2014) menggunakan pendekatan metode MGWR untuk memodelkan persentase penduduk miskin di kabupaten dan kota di Jawa Tengah. Apriyani *et al.* (2018) juga menerapkan pemodelan MGWR untuk studi kasus jumlah penderita diare di Provinsi Kalimantan Timur tahun 2015. Wuryanti *et al.* (2013) menggunakan pendekatan MGWR untuk memodelkan angka kematian balita di Kabupaten Bojonegoro.

Hasil pengujian aspek spasial yang terdiri dari uji dependensi spasial dengan menggunakan uji

*Moran's I* dan uji heterogenitas spasial dengan menggunakan uji *Breusch Pagan* (BP) menunjukkan bahwa data yang akan digunakan untuk memodelkan pertumbuhan ekonomi Provinsi NTB ini merupakan data yang memiliki aspek spasial. Oleh karena itu, pemodelan menggunakan metode MGWR dapat digunakan untuk memodelkan pertumbuhan ekonomi di Provinsi NTB. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menentukan model MGWR pertumbuhan ekonomi di Provinsi Nusa Tenggara Barat dan menentukan faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi di Provinsi Nusa Tenggara Barat dengan menggunakan model MGWR yang diperoleh.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Analisis Regresi Linear

Analisis regresi linear merupakan suatu metode yang memodelkan hubungan linear antara variabel terikat ( $Y$ ) dengan variabel-variabel bebas ( $X_1, X_2, \dots, p$ ). Model regresi linear untuk pengamatan ke- $i$  dengan  $p$  variabel bebas adalah sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i ; i = 1, 2, 3, \dots, n \text{ dan } k = 1, 2, \dots, p \quad (2.1)$$

dengan  $i, k \in \mathbb{N}$ ,  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$  adalah parameter model dan  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$  adalah residual (*error*) yang diasumsikan berdistribusi normal, identik, dan independen. Estimator dari parameter model diperoleh dengan meminimumkan jumlah kuadrat *error* atau yang dikenal dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS) (Draper dan Smith, 1992). Estimasiya adalah sebagai berikut:

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (2.2)$$

Selanjutnya uji distribusi data dilakukan untuk mengetahui apakah sebaran data pada variabel terikat berdistribusi normal atau tidak. Uji ini dapat dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov Smirnov dengan hipotesis nol adalah data mengikuti distribusi normal. Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$D_n = \max |S_n(x) - F_n(x)| \quad (2.3)$$

Pemeriksaan selanjutnya yang dilakukan adalah pemeriksaan multikolinearitas, yang merupakan sebuah keadaan yang menunjukkan adanya hubungan linear antara variabel prediktor di dalam sebuah model regresi. Multikolinearitas dapat

dideteksi dengan cara melihat nilai VIF dengan persamaan sebagai berikut:

$$VIF = \frac{1}{1-R_j^2} \quad (2.4)$$

dengan  $R_j^2$  adalah nilai koefisien determinasi variabel ke- $j$  ketika dimodelkan dengan variabel-variabel prediktor yang lain. Suatu data dikatakan memiliki multikolinieritas apabila nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) lebih besar dari 10 (Anselin, 2014).

Pengaruh spasial yang terdapat pada model regresi akan mengakibatkan model regresi yang terbentuk tidak cukup mewakili untuk dapat menjelaskan suatu kasus secara keseluruhan. Pengujian aspek spasial meliputi dua hal yakni pengujian dependensi spasial dan pengujian heterogenitas spasial. Pengujian dependensi spasial bertujuan untuk mengetahui apakah pengamatan di suatu lokasi berpengaruh terhadap pengamatan di lokasi lain yang jaraknya berdekatan. Pengujian dependensi spasial dilakukan dengan menggunakan uji *Moran's I*. dengan hipotesis nolnya adalah tidak terdapat dependensi spasial. Statistik uji yang digunakan adalah uji  $Z$ , dengan persamaan sebagai berikut:

$$Z_I = \frac{I - E(I)}{\sqrt{Var(I)}} \quad (2.5)$$

dengan:

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$Var(I) = \frac{n^2 S_1 - n S_2 + 3 S_0^2}{(n^2 - 1) S_0^2} - [E(I)]^2$$

$$E(I) = -\frac{1}{n-1}$$

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

$$S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i \neq j}^n (w_{ij} + w_{ji})^2$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^n w_{ij} + \sum_{j=1}^n w_{ji})^2$$

Pengambilan keputusan dalam menolak  $H_0$  dilakukan apabila nilai  $Z_{hitung} > Z_{\alpha/2}$ . Nilai  $Z_{\alpha/2}$  diperoleh dari tabel distribusi  $Z$  dengan nilai  $\alpha$  tertentu (Lee dan Wong, 2001).

Selanjutnya pengujian heterogenitas spasial dilakukan menggunakan uji *Breusch-Pagan* dengan hipotesis nolnya adalah tidak terdapat heterogenitas spasial. Statistik uji yang digunakan adalah:

$$BP = \left(\frac{1}{2}\right) \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} \sim \chi^2_{(\alpha/2, p)} \quad (2.6)$$

Elemen vektor  $\mathbf{f}$  adalah  $f_i = \frac{\varepsilon_i^2}{\sigma^2} - 1$ , dengan  $\varepsilon_i$  adalah sisaan untuk pengamatan ke- $i$ ,  $\sigma^2$  adalah ragam sisaan  $\varepsilon_i$ , dan  $\mathbf{Z}$  merupakan matriks berukuran

$n \times (p + 1)$  yang berisi vektor dari  $\mathbf{X}$  dengan pengamatan yang telah distandarisasi. Pengambilan keputusan dalam menolak  $H_0$  dilakukan apabila nilai  $BP > \chi_{\alpha/2;p}$ . Nilai  $\chi_{\alpha/2;p}$  diperoleh dari tabel distribusi *chi square* dengan nilai  $\alpha$  tertentu (Anselin, 2014).

## 2.2 Geographically Weighted Regression

Model GWR adalah pengembangan dari model regresi dengan setiap parameter dihitung pada setiap lokasi pengamatan sehingga setiap lokasi pengamatan mempunyai nilai parameter regresi yang berbeda-beda. Variabel terikat  $y$  dalam model GWR diprediksi dengan variabel bebas yang masing-masing koefisien regresinya bergantung pada lokasi dimana data tersebut diamati. Model GWR dapat ditulis sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \varepsilon_i \quad (2.7)$$

dengan  $y_i$  merupakan nilai observasi variabel terikat ke- $i$ ,  $x_{ik}$  merupakan nilai observasi variabel terikat ke- $i$ , dan  $\beta_0, \beta_k$  merupakan parameter-parameter koefisien.

Estimasi parameter model GWR dilakukan dengan metode *Weighted Least Square* (WLS) yaitu dengan memberikan pembobot yang berbeda untuk setiap lokasi dimana data diamati. Pada model GWR diasumsikan bahwa daerah yang dekat dengan lokasi pengamatan ke- $i$  mempunyai pengaruh yang lebih besar terhadap estimasi parameternya daripada daerah yang lebih jauh. Berikut adalah estimasi parameter dari model GWR:

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = [\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}]^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} \quad (2.8)$$

dengan

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_0(u_i, v_i) \\ \hat{\beta}_1(u_i, v_i) \\ \vdots \\ \hat{\beta}_p(u_i, v_i) \end{bmatrix}, \mathbf{X}^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ x_{11} & x_{21} & \dots & x_{1p} \\ x_{12} & x_{22} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{np} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{W}(u_i, v_i) = \text{diag}(w_1(u_i, v_i), w_2(u_i, v_i), \dots, w_n(u_i, v_i))$$

Misalkan  $\mathbf{x}_i^T = (1, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})$  adalah elemen baris ke- $i$  dari matriks  $\mathbf{X}$ . Maka nilai prediksi untuk  $y$  pada lokasi pengamatan  $(u_i, v_i)$  dapat diperoleh dengan cara berikut:

$$\begin{aligned} \hat{y}_i &= \mathbf{x}_i^T \hat{\beta}(u_i, v_i) \\ &= \mathbf{x}_i^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y} \end{aligned} \quad (2.9)$$

Sehingga untuk seluruh pengamatan dapat ditulis sebagai berikut:

$$\hat{\mathbf{y}} = (\hat{y}_1, \hat{y}_2, \dots, \hat{y}_n)^T = \mathbf{L} \mathbf{y} \quad (2.10)$$

$$\hat{\boldsymbol{\varepsilon}} = (\hat{\varepsilon}_1, \hat{\varepsilon}_2, \dots, \hat{\varepsilon}_n)^T = (\mathbf{I} - \mathbf{L}) \mathbf{y} \quad (2.11)$$

dengan  $\mathbf{I}$  adalah matriks identitas berukuran  $n \times n$  dan

$$\mathbf{L} = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_1, v_1) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_1, v_1) \\ \mathbf{x}_2^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_2, v_2) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_2, v_2) \\ \vdots \\ \mathbf{x}_n^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_n, v_n) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_n, v_n) \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

Untuk mengetahui letak data observasi, maka perlu dilakukan pembobotan pada model GWR. Pembobotan ini sangat penting karena akan mewakili letak data observasi yang satu dengan yang lainnya. Ada beberapa literatur yang digunakan untuk menentukan besarnya pembobot untuk masing-masing lokasi yang berbeda pada model GWR, salah satunya adalah dengan menggunakan fungsi kernel. Pembobot yang terbentuk dari fungsi kernel ini salah satunya adalah fungsi jarak Gaussian, yang fungsi pembobotnya dapat ditulis sebagai berikut:

$$w_j(u_i, v_i) = \Phi(d_{ij}/\sigma h) \quad (2.13)$$

dengan  $\Phi$  adalah densitas normal standar dan  $\sigma$  menunjukkan simpangan baku dari vektor jarak  $d_{ij}$  (jarak *Euclid*), dengan

$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \quad (2.14)$$

adalah jarak *Euclidean* antara lokasi  $(u_i, v_i)$  ke lokasi  $(u_j, v_j)$  serta  $h$  adalah parameter non negatif yang diketahui dan biasanya disebut parameter penghalus (*bandwidth*) (Yasin *et al.*, 2018). Variabel  $(u_i, v_i)$  dan  $(u_j, v_j)$  adalah variabel koordinat spasial *longitude* dan *latitude* yang merupakan variabel yang digunakan dalam pembobotan dalam pembentukan model GWR.

Ada beberapa metode yang digunakan untuk memilih *bandwidth* optimum, salah satunya adalah metode CV yang secara matematis didefinisikan sebagai berikut:

$$CV(h) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(h))^2 \quad (2.15)$$

dengan  $\hat{y}_{\neq i}(h)$  adalah nilai penaksir  $y_i$  dimana pengamatan di lokasi  $(u_i, v_i)$  dihilangkan dari proses estimasi. Untuk nilai  $h$  yang optimal diperoleh dari  $h$  yang menghasilkan CV yang minimum (Yasin, 2011).

Proses untuk mendapatkan *bandwidth* yang meminimumkan nilai CV bisa dilakukan dengan menggunakan teknik *Golden Section Search*. Proses

ini dilakukan dengan mengevaluasi fungsi dengan tiga nilai yang berbeda misalnya  $a, b$  dan  $c$  dimana  $a < b < c$ ,  $a$  merupakan batas bawah nilai *bandwidth* yang mungkin dan  $c$  merupakan batas atas nilai *bandwidth* yang mungkin. Nilai  $a$  diperoleh dari nilai minimum sedangkan  $c$  diperoleh dari nilai maksimum. Nilai fungsi yang dihasilkan pada tiga titik tersebut adalah  $f(a)$ ,  $f(b)$  dan  $f(c)$  yang disebut juga sebagai triplet. Fungsi tersebut dievaluasi lagi pada suatu nilai baru  $d$  yang bisa ditemukan di antara  $a$  dan  $b$  atau  $b$  dan  $c$ , sehingga menghasilkan nilai fungsi baru yaitu  $f(d)$ . Kemudian buang salah satu dari nilai  $a$  atau  $c$  untuk membentuk triplet baru. Aturan yang digunakan pada teknik *Golden Section Search* adalah sebagai berikut:

Jika  $(b) < f(d)$  : triplet baru yang digunakan adalah  $a < b < d$

Jika  $(b) > f(d)$  : triplet baru yang digunakan adalah  $b < d < c$

Proses tersebut berulang sampai dengan dua nilai  $f(d)$  yang dihasilkan mendekati sama atau selisihnya lebih kecil dari pada suatu nilai yang ditentukan, misal  $1 \times 10^{-6}$ , atau sampai suatu nilai iterasi maksimum yang diperoleh (Caraka dan Yasin, 2017).

### 2.3 Model Mixed Geographically Weighted Regression

Metode MGWR adalah suatu metode pemodelan yang menggabungkan model regresi global dengan model regresi yang terboboti. Berdasarkan model GWR bila ternyata variabel bebas tidak semuanya berpengaruh secara lokal dan ada variabel bebas yang bersifat global maka model inilah yang disebut model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) (Purhadi *et al.*, 2012). Model MGWR dengan  $p$  variabel bebas dan  $q$  variabel bebas diantaranya bersifat lokal dengan mengasumsikan bahwa intersep model bersifat lokal dapat dituliskan sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^q \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \sum_{k=q+1}^p \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \quad (2.16)$$

Model MGWR di atas juga dapat dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}_l \boldsymbol{\beta}_l(u_i, v_i) + \mathbf{X}_g \boldsymbol{\beta}_g + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.17)$$

dengan

$$\mathbf{X}_l = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1q} \\ 1 & x_{21} & \dots & x_{2q} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{nq} \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{X}_g = \begin{bmatrix} x_{1,q+1} & x_{1,q+2} & \dots & x_{1p} \\ x_{2,q+1} & x_{2,q+2} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n,q+1} & x_{n,q+2} & \dots & x_{np} \end{bmatrix},$$

$$\boldsymbol{\beta}_l(u_i, v_i) = \begin{bmatrix} \beta_0(u_i, v_i) \\ \beta_1(u_i, v_i) \\ \vdots \\ \beta_q(u_i, v_i) \end{bmatrix}, \boldsymbol{\beta}_g = \begin{bmatrix} \beta_{q+1} \\ \beta_{q+2} \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix}$$

Estimasi parameter pada model MGWR dapat dilakukan dengan metode *Weighted Least Square* (WLS) seperti halnya pada model GWR. Dengan langkah awal yaitu dengan membentuk matriks pembobot untuk setiap lokasi pengamatan. Estimasi parameter model MGWR dapat ditulis sebagai berikut:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_g = [\mathbf{X}_g^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l) \mathbf{X}_g]^{-1} \mathbf{X}_g^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l) \mathbf{y} \quad (2.18)$$

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_l(u_i, v_i) = [\mathbf{X}_l^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}_l]^{-1} \mathbf{X}_l^T \mathbf{W}(u_i, v_i) (\mathbf{y} - \mathbf{X}_g \hat{\boldsymbol{\beta}}_g), \quad (2.19)$$

dengan

$$\mathbf{S}_l = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_{l1}^T (\mathbf{X}_l^T \mathbf{W}(u_1, v_1) \mathbf{X}_l)^{-1} \mathbf{X}_l^T \mathbf{W}(u_1, v_1) \\ \mathbf{x}_{l2}^T (\mathbf{X}_l^T \mathbf{W}(u_2, v_2) \mathbf{X}_l)^{-1} \mathbf{X}_l^T \mathbf{W}(u_2, v_2) \\ \vdots \\ \mathbf{x}_{ln}^T (\mathbf{X}_l^T \mathbf{W}(u_n, v_n) \mathbf{X}_l)^{-1} \mathbf{X}_l^T \mathbf{W}(u_n, v_n) \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{S}_g = \mathbf{X}_g (\mathbf{X}_g^T \mathbf{X}_g)^{-1} \mathbf{X}_g^T,$$

$$\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{S} \mathbf{y}$$

$$\mathbf{S} = \mathbf{S}_l + (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l) \mathbf{X}_g [\mathbf{X}_g^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l) \mathbf{X}_g]^{-1} \mathbf{X}_g^T.$$

Estimator  $\hat{\boldsymbol{\beta}}_g$  dan  $\hat{\boldsymbol{\beta}}_l(u_i, v_i)$  adalah estimator tak bias dari  $\boldsymbol{\beta}_g$  dan  $\boldsymbol{\beta}_l(u_i, v_i)$  (Purhadi, *et al.*, 2012).

### 3. Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data tahun 2016 – 2020 untuk setiap kabupaten/ kota di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Sumber data yang digunakan terpenuhi dari beberapa publikasi resmi dan website lembaga atau badan milik pemerintah seperti Badan Pusat Statistik (BPS), Departemen Keuangan, pemerintah daerah kabupaten/ kota di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Alat yang digunakan untuk membantu proses pengolahan data adalah laptop dengan *software* statistika R.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari satu variabel terikat dan enam variabel bebas. Variabel terikat yang digunakan yaitu nilai PDRB Provinsi NTB tahun 2016-2020 ( $Y$ ) sedangkan variabel bebas yang digunakan yaitu produktivitas padi ( $X_1$ ), produktivitas jagung ( $X_2$ ), Indeks Pembangunan Manusia ( $X_3$ ), jumlah industri besar sedang ( $X_4$ ), Tingkat Pengangguran Terbuka ( $X_5$ ), dan Pendapatan Asli Daerah ( $X_6$ ).

Tahap analisis yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian sebagai berikut:

- Melakukan uji distribusi normal pada variabel terikat menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov.
- Melakukan pemeriksaan multikolinearitas antar variabel prediktor menggunakan persamaan (2.4).
- Melakukan pemodelan dengan pendekatan regresi linear.
- Melakukan uji efek spasial menggunakan persamaan (2.5) dan (2.6).
- Menganalisis model GWR dengan menentukan titik koordinat masing-masing kecamatan terlebih dahulu, setelah itu menghitung nilai Euclidean, *bandwidth*, dan matriks pembobot. Lalu dilanjutkan dengan melakukan estimasi parameter dan uji hipotesis model.
- Membuat model regresi metode MGWR dengan terlebih dahulu melakukan estimasi parameter dengan menggunakan *bandwidth* optimum dan pembobot yang sama seperti pada model GWR.
- Melakukan uji signifikansi parameter dan uji kesesuaian model untuk model MGWR.
- Menarik kesimpulan.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Langkah awal sebelum melakukan analisis GWPR yaitu dilakukan beberapa uji asumsi untuk melihat karakteristik data yang digunakan. Uji distribusi data dilakukan dengan Uji Kolmogorov-Smirnov, dari hasil uji diperoleh nilai statistik  $D_{hitung}$  sebesar 0,1186 dengan nilai tabel statistik  $D_{0,025;50}$  sebesar 0,211. Oleh karena  $D_{hitung} < D_{0,025;50}$  maka  $H_0$  gagal ditolak, artinya data PDRB Provinsi NTB tahun 2016-2020 berdistribusi normal.

Selanjutnya, pemeriksaan multikolinearitas dilakukan untuk mengetahui apakah variabel prediktor tidak saling berkorelasi. Pemeriksaan ini dilakukan dengan melihat nilai VIF, dengan nilai VIF masing-masing variabel prediktor sebagai berikut.

**Tabel 1-Nilai VIF Variabel Bebas**

Variabel	VIF
$X_1$	3,774666
$X_2$	1,161853
$X_3$	2,746395
$X_4$	1,929980
$X_5$	2,263956
$X_6$	3,309165

Berdasarkan hasil perhitungan, semua variabel bebas memperoleh nilai VIF kurang dari 10, sehingga dapat dikatakan bahwa tidak terdapat korelasi antar variabel bebas.

Selanjutnya yaitu pengujian menggunakan Indeks Moran untuk menguji adanya autokorelasi spasial. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai  $|Z(I)| = 0,115416718$  lebih besar dibandingkan dengan nilai  $Z(0,025) = 0,0204$  yang diperoleh dari tabel Z. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat autokorelasi spasial antar lokasi. Selanjutnya, berikut diberikan hasil estimasi parameter model regresi linear.

**Tabel 2 – Estimasi Parameter Model Regresi Linear**

Koefisien	Nilai Estimasi Parameter
$\beta_0$	$3,246990 \times 10^4$
$\beta_1$	$-2,735088 \times 10^2$
$\beta_2$	$-3,741631 \times 10^1$
$\beta_3$	$-3,069305 \times 10^2$
$\beta_4$	$1,848966 \times 10^1$
$\beta_5$	$2,941699 \times 10^3$
$\beta_6$	$1,741467 \times 10^5$

Berdasarkan estimasi parameter pada Tabel 2, maka diperoleh estimasi model regresi linear sebagai berikut:

$$Y = (3,246990 \times 10^4) - (2,735088 \times 10^2)X_1 - (3,741631 \times 10^1)X_2 - (3,069305 \times 10^2)X_3 + (1,848966 \times 10^1)X_4 + (2,941699 \times 10^3)X_5 + (1,741467 \times 10^5)X_6$$

Setelah estimasi model regresi linear terbentuk, dilanjutkan dengan melakukan pengujian Breusch-Pagan dengan persamaan (2.4). Uji efek spasial dengan uji Breusch-Pagan bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh spasial pada data sehingga analisis MGWR dapat dilakukan. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai  $BP = 16,41086$

lebih besar daripada nilai  $\chi^2_{0,025;6} = 12,59158724$ . Oleh karenanya, hipotesis awal ditolak dan model regresi global memiliki keragaman spasial yang dipengaruhi oleh faktor wilayah pengamatan yaitu letak geografis Kabupaten/ kota. Oleh karena kedua pengujian efek spasial terpenuhi maka model spasial MGWR dapat digunakan untuk memodelkan data PDRB Provinsi NTB.

Untuk memodelkan data dengan menggunakan MGWR, data terlebih dahulu dimodelkan menggunakan metode GWR. Langkah pertama diawali dengan menentukan letak geografis tiap kabupaten/ kota di Provinsi NTB, selanjutnya mencari *bandwidth* yang optimum dengan

menggunakan metode *Cross Validation* (CV), nilai *bandwidth* yang diperoleh yaitu 0,2059038. Nilai *bandwidth* digunakan untuk menentukan matriks pembobot, dimana dalam penelitian ini pembobot yang digunakan yaitu fungsi Gaussian Kernel. Langkah awal sebelum menghitung matriks pembobot yaitu mencari jarak jarak *Euclidean* antar kabupaten/ kota.

Setelah diperoleh nilai *bandwidth*, jarak *Euclidean*, dan matriks pembobot untuk masing-masing lokasi pengamatan, maka selanjutnya adalah estimasi parameter model GWR. Berikut diberikan nilai parameter di beberapa lokasi pengamatan.

**Tabel 3-Estimasi Parameter Model GWR**

Lokasi	Parameter						
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\beta_6$
Lombok Barat	-135,9132	-102,4863	5,377762	190,5081	62,84436	-223,3956	$1,056 \times 10^{-5}$
Lombok Tengah	-72,9944	-157,3117	3,558324	214,9653	67,94306	345,7028	$6,358 \times 10^{-6}$
Lombok Timur	3892,427	-281,9182	24,110053	193,1010	75,88246	2235,2070	$-1,032 \times 10^{-5}$
Sumbawa	31830,308	-338,3169	-38,681567	-258,0900	20,39088	3361,5422	$1,422 \times 10^{-5}$
Dompu	-486,2560	-372,5714	-34,093796	344,5513	-461,15548	396,1812	$3,116 \times 10^{-5}$
Bima	-5020,617	-500,0593	-50,716284	543,4844	-673,39492	241,4547	$2,882 \times 10^{-5}$
Sumbawa Besar	2319,4492	-377,9327	25,163218	265,7923	82,36066	2434,6214	$-8,592 \times 10^{-6}$
Lombok Utara	-8336,708	-199,5489	19,795511	322,7232	119,44295	1118,056	$-5,241 \times 10^{-6}$
Kota Mataram	1348,0990	-182,6036	15,206688	195,4027	119,08611	543,0509	$9,091 \times 10^{-6}$
Kota Bima	-5015,160	-460,7810	-49,53024	511,3515	-636,04417	229,0400	$2,973 \times 10^{-5}$

Berdasarkan nilai estimasi parameter model yang diberikan pada Tabel 3, diperoleh model *Geographically Weighted Regression* (GWR) untuk masing-masing kabupaten/ kota di Provinsi NTB, berturut-turut sebagai berikut.

$$Y1 = (-135,91322) - 102,4863 + 5,377762X_2 + 190,5081X_3 + 62,84436X_4 - 223,3956X_5 + 0,00001056581 X_6$$

$$Y2 = (-72,99444) - 157,3117X_1 + 3,558324X_2 + 214,9653 + 67,94306X_4 + 345,7028X_5 + 0,000006358294 X_6$$

$$Y3 = 3892,42724 - 281,9182X_1 + 24,110053X_2 + 193,1010X_3 + 75,88246X_4 + 2235,2070X_5 - 0,00001032753 X_6$$

$$Y4 = 31830,30825 - 338,3169X_1 - 38,681567X_2 - 258,0906X_3 + 20,39088X_4 + 3361,5422X_5 + 0,00001422074 X_6$$

$$Y5 = (-486,25664) - 372,5714X_1 - 34,093796X_2 + 344,5513X_3 - 461,15548X_4 + 396,1812X_5 + 0,00003116308 X_6$$

$$Y6 = (-5020,61773) - 500,0593X_1 - 50,716284X_2 + 543,4844X_3 - 673,39492X_4 + 241,4547X_5 + 0,00002882535 X_6$$

$$Y7 = 2319,44926 - 377,9327X_1 + 25,163218X_2 + 265,7923X_3 + 82,36066X_4 + 2434,6214X_5 - 0,000008592082 X_6$$

$$Y8 = (-8336,70848) - 199,5489X_1 + 19,795511X_2 + 322,7232X_3 + 119,44295X_4 + 1118,0566X_5 - 0,000005241355 X_6$$

$$Y9 = (-1348,09908) - 182,6036X_1 + 15,206688X_2 + 195,4027X_3 + 119,08611X_4 + 543,0509X_5 - 0,000009091142 X_6$$

$$Y10 = (-5015,16108) - 460,7815X_1 - 49,530241X_2 + 511,3515X_3 - 636,04417X_4 + 229,0400X_5 - 0,00002973570 X_6$$

Pengujian signifikansi parameter model GWR dilakukan dengan menguji parameter secara simultan dan parsial. Untuk pengujian secara simultan diperoleh kesimpulan bahwa minimal terdapat satu variabel bebas yang berpengaruh secara signifikan terhadap PDRB Provinsi NTB. Selanjutnya untuk uji secara parsial untuk statistika pada Kabupaten Lombok Barat, diperoleh hasil bahwa tidak terdapat variabel yang berpengaruh pada Kabupaten Lombok Barat.

Selanjutnya dilakukan pemodelan menggunakan metode MGWR dengan menggunakan *bandwidth* optimum, jarak *Euclidean*, dan pembobot yang sama seperti pada model GWR. Setelah diperoleh nilai *bandwidth*, jarak *Euclidean*, dan matriks pembobot untuk masing-masing lokasi pengamatan, maka selanjutnya adalah estimasi parameter model MGWR. Berikut diberikan nilai parameter di beberapa lokasi pengamatan

**Tabel 4- Estimasi Parameter Model MGWR**

Lokasi	Parameter						
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\beta_6$
Lombok Barat	-1834,9508	-165,5358	15,77522	221,2308	95,56919	436,38151	$5,29563 \times 10^{-6}$
Lombok Tengah	-1215,1992	-156,8034	15,77522	221,2308	71,57569	376,43045	$5,29563 \times 10^{-6}$
Lombok Timur	3023,72966	-280,5427	15,77522	221,2308	30,30148	1646,39837	$5,29563 \times 10^{-6}$
Sumbawa	-3557,9859	103,9511	15,77522	221,2308	-529,6640	-294,0520	$5,29563 \times 10^{-6}$
Dompu	5237,7763	-324,0536	15,77522	221,2308	-574,8783	541,3679	$5,29563 \times 10^{-6}$
Bima	4911,6380	-293,4819	15,77522	221,2308	-613,0725	334,9276	$5,29563 \times 10^{-6}$
Sumbawa Besar	20320,0228	-845,3400	15,77522	221,2308	88,73548	4022,13892	$5,29563 \times 10^{-6}$
Lombok Utara	-7126,9871	-114,9256	15,77522	221,2308	150,3977	500,2854	$5,29563 \times 10^{-6}$
Kota Mataram	-2614,8306	-181,6834	15,77522	221,2308	121,6815	619,6486	$5,29563 \times 10^{-6}$
Kota Bima	4101,6632	-268,6800	15,77522	221,2308	-619,4128	249,8846	$5,29563 \times 10^{-6}$

Berdasarkan nilai estimasi parameter model yang diberikan pada Tabel 4, diperoleh model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR)

untuk masing-masing kabupaten/ kota di Provinsi NTB, berturut-turut sebagai berikut.

$$Y1 = (-1834,95087) - 165,53586X_1 + 221,23X_3 + 95,56919X_4$$

$$Y2 = (-1215,19926) - 156,80344X_1 + 221,23X_3 + 71,57569X_4$$

$$Y3 = 3023,72966 - 280,54279X_1 + 221,2308X_3 + 1646,39837X_5$$

$$Y4 = (-3557,986) + 221,2308X_3 - 529,6640X_4$$

$$Y5 = 5237,7763 + 221,2308X_3 - 574,8783X_4$$

$$Y6 = 4911,6380 + 221,2308X_3 - 613,0725X_4$$

$$Y7 = 20320,02281 - 845,34X_1 + 221,2308X_3 + 88,73548X_4 + 4022,1389X_5$$

$$Y8 = (-7126,9871) + 221,2308X_3 + 150,3977X_4$$

$$Y9 = (-2614,8306) - 181,6834X_1 + 221,2308X_3 + 121,6815X_4$$

$$Y10 = 4101,6632 + 221,2308X_3 - 619,4128X_4$$



Pengujian signifikansi parameter model MGWR dilakukan dengan menguji parameter secara simultan dan parsial. Untuk pengujian secara simultan diperoleh kesimpulan bahwa minimal terdapat satu variabel bebas lokal dan variabel bebas global yang berpengaruh secara signifikan terhadap PDRB Provinsi NTB. Selanjutnya untuk uji secara parsial untuk statistika pada Kabupaten Lombok Barat diperoleh hasil bahwa hanya terdapat satu parameter variabel global yang signifikan yaitu parameter variabel  $X_1$  dan dua parameter variabel lokal yang signifikan yaitu parameter variabel  $X_3$  dan  $X_4$ .

Analisis selanjutnya dilakukan pada sepuluh (10) kabupaten/ kota lainnya di Provinsi NTB. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa faktor yang berpengaruh secara signifikan adalah variabel produktivitas padi atau ( $X_1$ ), Indeks Pembangunan Manusia ( $X_3$ ), jumlah industri besar sedang ( $X_4$ ), dan Tingkat Pengangguran Terbuka ( $X_5$ ).

## 5. Penutup

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi Provinsi NTB yang direpresentasikan oleh nilai PDRB Provinsi NTB adalah produktivitas padi ( $X_1$ ), Indeks Pembangunan Manusia ( $X_3$ ), jumlah industri besar sedang ( $X_4$ ), dan Tingkat Pengangguran Terbuka ( $X_5$ ). Variabel produktivitas padi ( $X_1$ ) signifikan pada Kabupaten Lombok Barat, Kabupaten Lombok Tengah, Kabupaten Lombok Timur, Kabupaten Sumbawa Besar, dan Kota Mataram. Variabel Indeks Pembangunan Manusia ( $X_3$ ) signifikan pada Kabupaten Lombok Barat, Kabupaten Lombok Tengah, Kabupaten Lombok Timur, Kabupaten Sumbawa, Kabupaten Dompu, Kabupaten Bima, Kabupaten Sumbawa Besar, Kabupaten Lombok Utara, Kota Mataram, dan Kota Bima. Variabel jumlah industri besar sedang ( $X_4$ ) signifikan pada Kabupaten Lombok Barat, Kabupaten Lombok Tengah, Kabupaten Sumbawa, Kabupaten Dompu, Kabupaten Bima, Kabupaten Sumbawa Besar, Kabupaten Lombok Utara, Kota Mataram, dan Kota Bima. Variabel Tingkat Pengangguran Terbuka ( $X_5$ ) signifikan pada Kabupaten Lombok Timur dan Kabupaten Sumbawa Besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmita, R. (2013). *Teori-Teori Pembangunan Ekonomi, Pertumbuhan Ekonomi, dan Pertumbuhan Wilayah*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Anselin, L., & Rey, S. J. (2014). *Modern Spatial Econometrics in Practice*. Chicago: GeoDa Press LLC.
- Anton, H., & Rorres, C. (2014). *Elementary Linear Algebra*. Canada: Wiley.
- Apriyani, N. F., Desi Yuniarti, & Memi Nor Hayati. (2018). Pemodelan Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR) (Studi Kasus: Jumlah Penderita Diare di Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2015). *Jurnal Eksponensial*, 9, 59-66.
- Arini, G. A., Taufiq Chaidir, Satarudin, & Siti Sriningsih. (2018). Pengaruh Variabel Demografi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Nusa Tenggara Barat Tahapan Menuju Bonus Demografi. *Ekonobis*, 4, 67-77.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, B. P. (2013). *Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Pertumbuhan Ekonomi Nusa Tenggara Barat Tahun 2016*. Nusa Tenggara Barat: Badan Pusat Statistik Provinsi NTB.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Pertumbuhan Ekonomi Provinsi NTB Kondisi Triwulan IV dan Tahun 2017*. Nusa Tenggara Barat: Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Barat.
- Badan Pusat Statistik. (2019). *Pertumbuhan Ekonomi Provinsi NTB Kondisi Triwulan IV dan Tahun 2018*. Provinsi Nusa Tenggara Barat: Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Barat.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Pertumbuhan Ekonomi Provinsi NTB Kondisi Triwulan IV dan Tahun 2019*. Provinsi Nusa Tenggara Barat:

\* Corresponding author.

Alamat e-mail: [yusniaalfiani@gmail.com](mailto:yusniaalfiani@gmail.com)

- Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Barat.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Provinsi Nusa Tenggara Barat dalam Angka*. Nusa Tenggara Barat: Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Barat.
- Caraka, R. E., & Yasin, H. (2017). *Geographically Weighted Regression (GWR) Sebuah Pendekatan Regresi Geografis*. Yogyakarta: Mobius.
- Cressie, N. A. (2015). *Statistics for Spatial Data*. United States of America: John Wiley and Sons.
- Draper, N., & Smith, H. (1992). *Analisis Regresi Terapan Edisi Kedua*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Fatati, I. F., Hari Wijayanto, & Agus M. Soleh. (2017). Analisis Regresi Spasial dan Pola Penyebaran pada Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di Provinsi Jawa Tengah. *Media Statistika*, 10, 95-105.
- Fotheringham, A. S., Brunson, C., & Charlton, M. (2002). *Geographically Weighted Regression the Analysis of Spatially Varying Relationships*. England: Wiley.
- Gibbons, J. D., & Chakraborti, S. (2003). *Nonparametric Statistical Inference Fifth Edition*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Gujarati, D. N., & Dawn C, P. (2009). *Basic Econometrics*. New York: McGraw-Hill Companies Incorporation.
- Hajar, A., Lili, K., Fadya, R. Y., Setia, B., & Nanang, P. (2021). Pengolahan Data Spasial-Geolocation untuk Menghitung Jarak 2 Titik. *Citec Journal*, 8, 32-42.
- Hakim, A. R. (2020). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Ekonomi di Provinsi Banten menggunakan Regresi Linear dan Geographically Weighted Regression. *Statistika*, 8, 68-77.
- Hakim, A. R., Hasbi Yasin, & Suparti. (2014). Pemodelan Persentase Penduduk Miskin di Kabupaten dan Kota di Jawa Tengah dengan Pendekatan Mixed Geographically Weighted Regression. *Jurnal Gaussian*, 3, 575-584.
- Hapsa, S., & Rifki Khoirudin. (2018, November). Analisis Pertumbuhan Ekonomi D.I. Yogyakarta Tahun 2008-2016. *JIEP*, 18, 142-159.
- Hasan, M., & Azis, M. (2018). *Pembangunan Ekonomi dan Pemberdayaan Masyarakat*. Makassar: CV.Nurlina dan Pustaka Taman Ilmu.
- Isbiyantoro, K., Yuciana Wilandari, & Sugito. (2014). Perbandingan Model Pertumbuhan Ekonomi di Jawa Tengah dengan Metode Regresi Linear Berganda dan Metode Geographically Weighted Regression. *Jurnal Gaussian*, 3, 461-469.
- Kartono. (2002). *Aljabar Linier, Vektor, dan Eksplorasinya dengan Maple*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Khairunnisa, A. (2014). *Matematika Dasar*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Lee, J., & Wong, D. W. (2001). *Statistical Analysis With Arcview GIS*. Canada: Wiley.
- LeSage, J. P. (1998). *Spatial Econometrics*. Amerika Serikat: University of Toledo.
- Leung, Y., Mei, C.-L., & Zhang, W.-X. (2000). Statistical Test for Spatial Nonstationarity Based on the Geographically Weighted Regression. *Environment and Planning*, 9-32.
- Prabowo, F. K., Yuciana Wilandari, & Agus Rusgiyono. (2015). Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi Jawa Tengah Menggunakan Pendekatan Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO). *Jurnal Gaussian*, 4, 855-864.
- Purcell, E. J., Varberg, D., & Rigdon, S. E. (2010). *Kalkulus Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Purhadi, & Hasbi Yasin. (2012). Mixed Geographically Weighted Regression Model (Case Study:the Percentage of Poor Households in Mojokerto 2008). *European Journal of Scientific Research*, 69, 188-196.

- Purnama, Y., Nurjihadi, M., & Cita, F. P. (2017). Analisis Sektor Unggulan dan Pergeseran Struktur dalam Meningkatkan Pertumbuhan Ekonomi NTB 2000-2015. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Indonesia (JEBI)*, 02, 37-45.
- Suci Wardani, N. N. (2018). Analisis Dependensi Spasial pada Data Kemiskinan dengan pendekatan Spatial Durbin Model (SDM). *Buletin Ilmiah Math. Stat dan Terapannya (Bimaster)*, 07, 319-328.
- Syahputra, R. (2017, Oktober). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia. *Samudra Eonomika*, 1, 183-191.
- Widayaka, P. G., Mustafid, & Rita Rahmawati. (2016). Pendekatan Mixed Geographically Weighted Regression untuk Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi Menurut Kabupaten/ Kota di Jawa Tengah. *Jurnal Gaussian*, 5, 727-736.
- Wuryanti, I. F., Santi Wulan Purnami, & Purhadi. (2013). Pemodelan Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR) pada Angka Kematian Balita di Kabupaten Bojonegoro Tahun 2011. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2, 66-71.
- Yasin, H. (2011, Desember). Pemilihan Variabel pada Model Geographically weighted Regression. *Media Statistika*, 4, 63-72.
- Yasin, H., Budi Warsito, & Arief Rachman Hakim. (2018). Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi di Provinsi Banten menggunakan Mixed Geographically Weighted Regression. *Media Statistika*, 53-64.