

## PEMODELAN PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO DI INDONESIA DENGAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION*

Tony Herbiansyah\*, Irma Yahya, Baharuddin, Agusrawati, Ruslan, Lilis Laome  
Program Studi S1 Statistika, FMIPA, Universitas Halu Oleo  
<sup>1</sup>Email: [tonyherbiansyah999@gmail.com](mailto:tonyherbiansyah999@gmail.com)

### ABSTRACT

*Model Geographically Weighted Regression is one of the regression method development by considering the spatial elements in it with a point approach. The existence of spatial effects is something that often occurs between one region and another. Gross Regional Domestic Product (GDP) is an important indicator to determine the economic conditions in a region within a certain period, both on the basis of current prices and on the basis of constant prices. The purpose of this study is to model the GRDP in Indonesia and the factors that influence it by using GWR. With an  $R^2$  90,93 %, it shows that GWR is better than the global regression. Geographical factors are also very influential on GRDP in Indonesia so that it will produce different GWR models for each province in Indonesia. By using the variable Minimum Wage ( $X_1$ ), Foreign Investment ( $X_2$ ), Population Density ( $X_3$ )*

**Keywords:** *Geographically Weighted Regression, Regression Model, Gross Regional Domestic Product.*

### ABSTRAK

Model *Geographical Weighted Regression* (GWR) merupakan salah satu pengembangan metode regresi dengan mempertimbangkan unsur spasial didalamnya dengan pendekatan titik. Adanya efek spasial merupakan hal yang sering terjadi antara suatu wilayah dengan wilayah lainnya. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan suatu indikator penting untuk mengetahui kondisi ekonomi di suatu wilayah dalam suatu periode tertentu baik atas dasar harga berlaku maupun atas dasar harga konstan. Tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan PDRB di Indonesia serta faktor-faktor yang mempengaruhinya dengan menggunakan GWR. Dengan nilai  $R^2$  sebesar 90,93% menunjukkan bahwa GWR lebih baik dibandingkan regresi global. Faktor geografis juga sangat berpengaruh terhadap PDRB di Indonesia sehingga akan menghasilkan model GWR yang berbeda-beda untuk setiap provinsi yang ada di Indonesia. Dengan menggunakan variabel Upah Minimum ( $X_1$ ), Investasi Penanaman Modal Luar Negeri ( $X_2$ ), Kepadatan Penduduk ( $X_3$ )

**Kata Kunci:** *Geographically Weighted Regression, Model Regresi, Produk Domestik Regional Bruto.*

### PENDAHULUAN

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan suatu indikator penting untuk mengetahui kondisi ekonomi di suatu wilayah dalam suatu periode tertentu baik atas dasar harga berlaku maupun atas dasar harga konstan. Penyusunan PDRB dapat dilakukan melalui 3 (tiga) pendekatan yaitu pendekatan produksi, pengeluaran, dan pendapatan yang disajikan atas dasar harga berlaku dan harga konstan (BPS, 2020). PDRB menunjukkan kemampuan sumber daya ekonomi yang dihasilkan oleh suatu negara, nilai PDRB yang besar menunjukkan kemampuan sumber daya ekonomi yang besar begitu juga sebaliknya.

Struktur ekonomi Indonesia secara spasial pada tahun 2020 didominasi oleh kelompok provinsi di pulau Jawa sebesar 58,75 persen, dengan kinerja ekonomi yang mengalami kontraksi pertumbuhan sebesar 2,51 persen (BPS, 2020). Penjelasan masalah mengenai PDRB dan faktor apa saja yang memiliki hubungan terhadap PDRB dalam penelitian sebelumnya mencakup upah minimum yang memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap PDRB sektor industri di Provinsi Jawa Barat karena besarnya UM didasarkan pada hasil peninjauan kebutuhan hidup layak (Parahita *et al.*, 2018). Disamping itu Investasi Penanaman Modal Luar Negeri juga berpengaruh positif dan signifikan terhadap PDRB sektor industri di Provinsi Jawa Barat karena pertumbuhan

PMLN Jawa Barat terus meningkat khususnya di sektor industri pengolahan. Penelitian lebih lanjut ditunjukkan oleh (Waidah *et al.*, 2020) dimana penelitiannya yang berjudul Analisis Pengaruh Kepadatan Penduduk Terhadap PDRB Per Kapita di Kabupaten Karimun Tahun 2013-2017 menunjukkan hasil kepadatan penduduk pengaruh signifikan positif terhadap PDRB

Dalam menganalisis faktor-faktor apa sajakah yang mempengaruhi Produk Domestik Regional Bruto di suatu wilayah analisis yang digunakan adalah analisis yang bersifat global, misalnya regresi berganda dimana setiap lokasi yang diamati mendapat perlakuan yang sama sehingga menghasilkan nilai estimasi yang bersifat global. Pada regresi global mensyaratkan bahwa tidak adanya korelasi antara galat sedangkan pada analisis spasial mensyaratkan adanya korelasi antar galat. Namun dalam data spasial seringkali ditemukan antara galat yang berkorelasi, dengan demikian penggunaan regresi global menjadi tidak tepat (Sukmawati, 2018). Data PDRB di Indonesia yang dipengaruhi oleh lokasi memicu adanya efek spasial, sehingga penggunaan regresi spasial dapat digunakan untuk memodelkan PDRB di Indonesia. Selain itu, kondisi antara satu wilayah tidak selalu sama dengan kondisi wilayah yang lain, baik dari segi geografis, keadaan sosial budaya dan lain-lain. Kondisi inilah yang menimbulkan terjadinya heterogenitas spasial. Salah satu dampak dari heterogenitas spasial ini adalah parameter regresi yang bervariasi secara spasial, selain menunjukkan adanya pengaruh spasial pada data PDRB dalam penelitian ini juga menunjukkan adanya heterogenitas spasial.

Menurut Fotheringham *et al.*, 2002, Geographically Weighted Regression (GWR) adalah model regresi yang digunakan untuk menganalisis heterogenitas spasial. GWR adalah salah satu analisis yang membentuk analisis regresi namun bersifat lokal untuk setiap lokasi. Dalam GWR digunakan unsur matriks pembobot semakin dekat lokasi maka semakin besar pembobotnya. Hasil analisis ini adalah model regresi yang nilai-nilai parameteranya berlaku hanya pada setiap lokasi pengamatan dan berbeda dengan lokasi lainnya. Dalam GWR digunakan unsur matriks pembobot yang besarnya tergantung pada kedekatan antar lokasi. Semakin dekat suatu lokasi, bobot pengaruhnya akan semakin besar. Berdasarkan latar belakang diatas, penulis dalam penelitian ini menggunakan analisis *Geographically Weighted Regression* untuk mengetahui faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi PDRB pada tiap daerah di Indonesia.

Analisis GWR merupakan pengembangan dari analisis regresi linier berganda yang dapat mengatasi keragaman wilayah/heterogenitas spasial. Hasil analisis GWR dengan menggunakan pembobot spasial (textit{Fixed Kernel Gaussian}) menunjukkan bahwa model GWR lebih baik daripada model regresi linier berganda.

## METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS, 2021). Variabel respon ( $Y$ ) adalah Produk Domestik Regional Bruto setiap provinsi di Indonesia Menurut Lapangan Usaha tahun 2020. Sementara itu, variabel prediktor yang digunakan adalah Upah Minimum, Investasi Penanaman Modal Luar Negeri, Kepadatan Penduduk

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *geographically weighted regression* dengan tahapan penelitian sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan variabel prediktor dan variabel respon
2. Melakukan pengujian dependensi spasial
  - a. Melakukan analisis otokorelasi menggunakan uji *Moran's I*
  - b. Melakukan analisis heterogenitas menggunakan uji *Breusch Pagan*
3. Melakukan pemodelan *Geographically Weighted Regression* (GWR), yaitu:
  - a. Menentukan lintang dan bujur untuk setiap provinsi di Indonesia

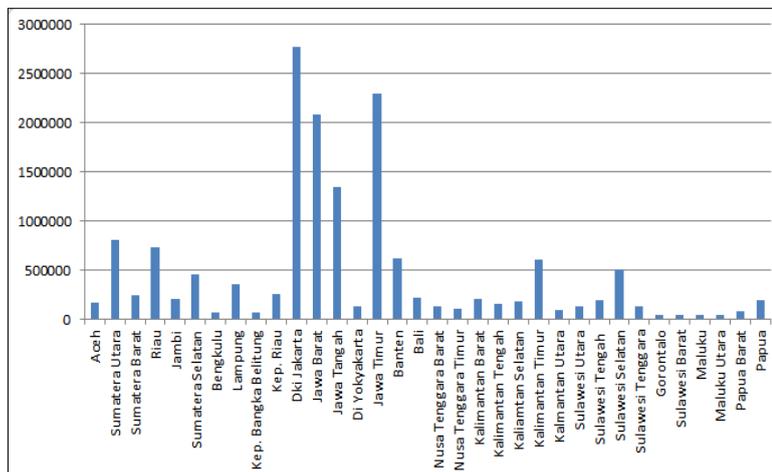
- b. Menghitung jarak *Euclidean* antar lokasi pengamatan berdasarkan posisi titik koordinat setiap provinsi di Indonesia dengan menggunakan Persamaan 2.5
  - c. Menentukan *bandwith* optimum menggunakan metode *cross validation* menggunakan Persamaan 2.6
  - d. Menghitung matriks pembobot dengan menggunakan fungsi kernel *Gaussian* menggunakan Persamaan 2.7
  - e. Melakukan pengujian kesesuaian model GWR menggunakan uji F dengan Persamaan 2.10
  - f. Melakukan pengujian parameter model GWR menggunakan uji T dengan Persamaan 2.11
4. Menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah Produk Domestik Regional Bruto di Indonesia.
  5. Menginterpretasi model yang diperoleh

## HASIL DAN PENELITIAN

### 1. Eksplorasi Data

Distribusi PDRB per pulau di Indonesia selama tahun 2016-2020 tidak mengalami perubahan yang signifikan. Pulau Jawa selalu menjadi pulau dengan distribusi PDRB terbesar di Indonesia, disusul oleh Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Bali dan Nusa Tenggara, Serta Maluku dan Papua.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) di Indonesia pada tahun 2020 sebagai variabel respon ( $Y$ ). Lima provinsi dengan jumlah nilai PDRB tertinggi secara berturut-turut pada tahun 2020 adalah provinsi Sumatra Utara (811283)miliar, Jawa Tengah (1348600) miliar, Jawa Barat (2088039) miliar, Jawa Timur (2299465) miliar, dan DKI Jakarta (2772381) miliar. Sedangkan provinsi-provinsi dengan jumlah nilai PDRB terendah di Indonesia adalah Gorontalo (41726) juta, Maluku Utara (42142) juta, Sulawesi Barat (45909) juta, Maluku (46264), dan Bengkulu (73337) mliar.



**Gambar 4.1** Produk Domestik Regional Bruto di Indonesia 2020 (Juta Rp.)

### 2. Uji Dependensi Spasial

#### 2.1 Uji Otokorelasi Spasial

Uji otokorelasi spasial bertujuan untuk mengidentifikasi apakah ada korelasi antar Provinsi terhadap variabel respon atau tidak. Indeks Morans's merupakan salah satu teknik analisis spasial yang dapat digunakan untuk menentukan adanya otokorelasi spasial antar lokasi pengamatan. Adapun hipotesis yang digunakan adalah.

$H_0$  :  $I = 0$  (tidak terdapat otokorelasi spasial pada PDRB di Indonesia)

$H_1$  :  $I \neq 0$  (terdapat otokorelasi spasial pada PDRB di Indonesia)

Kriteria uji

Tolak  $H_0$  pada taraf signifikansi  $\alpha$  jika  $Z_{hit} > Z_{\alpha/2}$  dengan  $Z_{\alpha/2} = 1,96$   
 Berikut merupakan hasil dari pengujian Moran's I dengan software geoda berdasarkan persamaan 2.2 diperoleh nilai Z seperti pada Tabel 4.1. di bawah ini.

**Tabel 4.1.** Uji Moran's I

Moran's I	0,574
Z Hitung	4,047

Berdasarkan Tabel 4.1 di peroleh nilai  $Z(I)$  yaitu  $4,047 > Z_{\alpha/2} = 1,96$  yang berarti  $H_0$  ditolak sehingga dapat diartikan terdapat autokorelasi spasial antar provinsi di Indonesia. Dan untuk nilai *Moran's I* yaitu 0.574 yang artinya variabel pengamatan memiliki otokorelasi positif. Ini menunjukkan adanya kemiripan nilai dari lokasi-lokasi yang berdekatan dan cenderung berkelompok.

### 2.1 Uji Heterogenitas

Uji heterogenitas spasial bertujuan untuk mengetahui apakah ada keragaman antar provinsi atau tidak. Jika nilai prob pada *Breusch Pagan* lebih kecil dari  $\alpha = 0,05$  maka terdapat heterogenitas spasial antar wilayah.

$H_0$  :  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_{34}^2 = \sigma^2$  (tidak ada heterogenitas antar provinsi)

$H_1$  : Minimal terdapat satu  $\sigma_i^2 \neq \sigma^2$  (terjadi heterogenitas antar provinsi)

Dari penelitian diduga terdapat heterogenitas spasial sehingga dilakukan pengujian terhadap varian residual dengan menggunakan *Breusch Pagan* berdasarkan persamaan 2.3 diperoleh hasil statistik BP (13,255)  $> X_{(k-1)}^2$  (7,8147). Maka dapat disimpulkan bahwa terdapat kasus heterogenitas spasial dalam model sehingga analisis selanjutnya dapat digunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR).

## 3. Pemodelan *Geographically Weighted Regression*

### 3.1 Menghitung Jarak *Euclidean* Antar Lokasi Pengamatan

Langkah awal dalam membentuk model GWR adalah menentukan letak lokasi pengamatan (letak geografis) setiap provinsi di Indonesia, dengan menggunakan lintang dan bujur setiap lokasi (Lampiran 1). Kemudian menghitung jarak *Euclidean* antara lokasi  $(u_i, v_i)$  ke  $(u_j, v_j)$  dengan rumus  $d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$ . Untuk mendapatkan jarak *Euclidean* setiap daerah pengamatan dapat dilihat pada ilustrasi berikut:

- **Aceh**

$$d_{ij} = \sqrt{(4,695135 - 4,695135)^2 + (96,749397 - 96,749397)^2}$$

$$= \sqrt{0 + 0}$$

$$= 0$$

- **Sumatra Utara**

$$d_{ij} = \sqrt{(4,695135 - 3,784303)^2 + (96,749397 - 98,694221)^2}$$

$$= \sqrt{0,829614932 + 3,782340391}$$

$$= 2,147546$$

**Tabel 4.2.** Jarak *Euclidean* antara provinsi

Provinsi	Jarak <i>Euclidean</i>
Aceh	0
Sumatera Utara	2,147546
Sumatera Barat	6,778456

Provinsi	Jarak Euclidean
Riau	6,629618
Jambi	9,315824
Sumatera Selatan	10,75038
Bengkulu	10,13553
Lampung	13,24642
Kep. Bangka Belitung	12,2154
***	***
***	***
***	***
Sulawesi Tengah	25,44447
Sulawesi Selatan	24,68481
Sulawesi Tenggara	26,91816
Gorontalo	26,63294
Sulawesi Barat	23,71311
Maluku	34,3253
Maluku Utara	31,2161
Papua Barat	36,92125
Papua	42,29208

#### 4. Penentuan Bandwidth

Selanjutnya adalah penentuan *bandwidth* ( $h$ ) yang akan digunakan pada model GWR dengan melihat nilai *Cross Validation* (CV) yang paling minimum diantara fungsi pembobot (Lampiran 5). Penentuan *bandwidth* optimum dengan metode *Cross Validation* dilakukan dengan menggunakan software R. Fungsi pembobot yang digunakan adalah *karnel Gaussian*, Untuk perbandingan kedua pembobot tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut:

**Tabel 4.3.** *Cross Validation* (CV) dan *bandwidth* pada Fungsi Pembobot

Fungsi Pembobot	CV Minimum	Bandwidth
<i>Karnel Gaussian</i>	1,007849	2,452475

sehingga fungsi pembobot spasial GWR-nya menjadi:

$$w_j(u_i, v_i) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{2,452475}\right)^2\right)$$

Setelah di dapat CV minimum untuk penentuan *bandwith* maka dilanjutkan menghitung matriks pembobot berdasarkan fungsi karnel *Gaussian* yang diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W_1(u_1, v_1) &= \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{11}}{2,452475}\right)^2\right) \\ &= \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{0}{2,452475}\right)^2\right) = 1 \end{aligned}$$

Setelah didapat hasil pembobot, maka dapat dilihat nilai pembobot setiap lokasi dalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & w_{13} & \dots & w_{1,34} \\ w_{21} & w_{22} & w_{23} & \dots & w_{2,34} \\ w_{31} & w_{32} & w_{33} & \dots & w_{3,34} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{34,1} & w_{34,2} & w_{34,3} & \dots & w_{34,34} \end{bmatrix}$$

Dengan mensubstitusikan hasil nilai pembobot ( $w$ ) pada lampiran 5 diperoleh matriks  $W$  secara keseluruhan sebagai berikut:

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 0,68154395 & 0,02193570 & \dots & 2,66175180 \\ 0,68154395 & 1 & 0,21615939 & \dots & 4,49076794 \\ 0,02193570 & 0,12615939 & 1 & \dots & 2,36093345 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 2,66175180 & 4,49076794 & 2,36093345 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Setelah didapatkan pembobot maka akan dilanjutkan menguji parameter untuk setiap wilayah.

### 5. *Estimasi Parameter Model GWR*

Tahap selanjutnya penaksiran parameter untuk mengamati hubungan antar variabel respon dan variabel prediktor berdasarkan nilai koefisien dengan metode *weighted least square* (WLS) yang digunakan menaksir parameter. Rangkuman hasil estimasi parameter model GWR pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Ringkasan penduga parameter model GWR

Variabel	Minimum	Median	Maximum
Intercept	-1,6867	2,8069	3,7986
x1	-8,8886	4,4620	6,0424
x2	-1,8884	2,2946	6,8659
x3	-9,7067	5,7686	9,7055

Berdasarkan Tabel 4.4. dapat dilihat bahwa estimasi parameter model GWR dengan fungsi pembobot Kernel Gaussian memiliki nilai minimum sebesar -1,6867 dan nilai maximum sebesar 3,7986. Nilai tersebut menunjukkan bahwa besar pengaruh variabel respon ( $Y$ ) berkisar antara nilai min dan max estimasi parameter ( $Y$ ) pada model GWR. Sedangkan nilai estimasi parameter untuk variabel  $X_1, X_2, X_3$  berkisar antara nilai minimum dan maksimum sesuai dengan Tabel .

Dilihat dari nilai maksimum dan minimum, estimasi parameter pada model GWR memiliki nilai yang berbeda-beda setiap lokasi artinya faktor geografis mempengaruhi model GWR.. Proses pendugaan parameter dilakukan berulang pada setiap lokasi yaitu sampai provinsi ( $u_{34}, v_{34}$ ) atau sampai provinsi Papua Barat.

### 6. *Pengujian Kesesuaian Model GWR*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah GWR sudah tepat digunakan dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0$  :  $\beta_p(u_i, v_i) = \beta_p, p = 1,2,3$  dan  $i = 1,2, \dots, 34$  (tidak ada pengaruh faktor geografis pada PDRB di Indonesia)

$H_1$  : ada  $\beta_p(u_i, v_i) \neq \beta_p, p = 1,2,3$  dan  $i = 1,2, \dots, 34$  (ada pengaruh faktor geografis pada PDRB di Indonesia)

Kriteria uji

Tolak  $H_0$  jika  $F_{hit} > F_{\alpha, df_1, df_2}$

Hasil pengujian kesesuaian model GWR dengan uji  $F^*$  dengan menggunakan persamaan 2.12 memberikan hasil menolak  $H_0$  dimana  $F_{hit} > F_{tabel}(3,80)$ (Tabel 4.4)

**Tabel 4.4** Uji kesesuaian model GWR

Model	$F_{hit}$	Nilai-P
GWR	4,2308	0,03576

Berdasarkan Tabel 4.4 maka dapat disimpulkan bahwa analisis yang dilakukan dengan menggunakan  $\alpha = 5\%$  diperoleh bahwa  $H_0$  ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor geografis sehingga GWR sudah tepat digunakan untuk memodelkan PDRB di Indonesia.

### 7. Pengujian Parameter Model GWR

Uji parameter model GWR dilakukan dengan menguji parameter secara parsial yang digunakan untuk melihat variabel yang signifikan pada model GWR setiap provinsi di Indonesia dengan hipotesisnya adalah:

$H_0: \beta_j(u_i, v_i) = 0$  (tidak ada pengaruh signifikan dari variabel prediktor terhadap PDRB)

$H_1: \beta_j(u_i, v_i) \neq 0$  dengan  $j = 0,1,2,3$  dan  $i = 1,2, \dots, 34$  (ada pengaruh signifikan dari variabel prediktor terhadap PDRB)

Satu parameter dikatakan signifikan jika nilai  $|T_{hit}| > t_{\alpha/2db}$  dengan  $\alpha = 5\%$ . Nilai  $t_{tabel}$  adalah 2,042 di peroleh dari persamaan 2.13. Hal ini berarti jika  $t_{hit}$  pada masing-masing parameter lebih besar dari 2,042 maka variabel bebas tersebut memberikan pengaruh terhadap variabel (Y) tersebut.

**Tabel 4.5** Uji masing-masing parameter GWR setiap provinsi

Provinsi	$T_{hit}$		
	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Aceh	0,618	4,838	-5,045
Sumatera Utara	-2,532	7,542	-5,249
Sumatera Barat	0,342	6,563	-1,025
Riau	-0,438	5,915	1,069
Jambi	-2,031	7,818	0,519
Sumatera Selatan	-3,78	8,213	3,169
Bengkulu	-9,025	3,349	3,107
Lampung	-5,634	8,376	8,6
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***
Sulawesi Tenggara	-0,612	0,386	5,235
Gorontalo	0,152	1,655	7,413
Sulawesi Barat	-3,531	0,283	3,315
Maluku	-1,178	0,091	0,005
Maluku Utara	-6,699	5,448	3,526
Papua Barat	-3,4	1,332	3,901
Papua	1,329	3,224	4,289

Untuk melihat variabel yang signifikan pada model GWR untuk setiap Provinsi di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6.** Variabel yang signifikan

Provinsi	Variabel yang signifikan
Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, Jawa Tengah	$X_1$ dan $X_2$
Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, DKI Jakarta, Jawa Timur, Banten, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan, Maluku Utara.	$X_1, X_2$ dan $X_3$
Jawa Barat, Sulawesi Barat, Papua Barat	$X_1$ dan $X_3$
Sumatera Barat, Riau, Jambi, DI Yogyakarta, Kalimantan Barat, Gorontalo.	$X_2$
Aceh, Banten, Kalimantan Tengah, Papua.	$X_2$ dan $X_3$
Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Gorontalo.	$X_3$
Maluku	

Berdasarkan Tabel 4.6, dapat dilihat bahwa variabel yang berpengaruh secara signifikan dengan menggunakan model GWR pada umumnya adalah Upah Minimum ( $X_1$ ), Investasi Penanaman Modal Luar negeri ( $X_2$ ) dan Kepadatan Penduduk ( $X_3$ ). Namun ada satu provinsi yang tidak mempunyai variabel yang signifikan atau dengan kata lain tidak ada variabel yang berpengaruh secara nyata terhadap jumlah Produk Domestik Regional Bruto di Provinsi tersebut, yaitu Provinsi Maluku. Setelah melihat variabel signifikan pada setiap lokasi maka dilanjutkan untuk melihat model estimasi GWR terbentuk.

### 7. Model GWR Provinsi di Indonesia

Diperoleh model fungsi GWR pada tiap Provinsi di Indonesia berdasarkan variabel yang signifikan dengan nilai parameter koefisien  $\hat{\beta}(u_i, v_i)$  pada tabel.

**Tabel 4.8** Model GWR pada tiap Provinsi di Indonesia

Provinsi	Model Regresi
Aceh	$\hat{Y} = -1686718.34 + 6865.89180 X_1 + 205.286405 X_2$
Sumatera Utara	$\hat{Y} = 2427198.2 - 0.72722248 X_1 + 222.20069 X_2 + 48.937504 X_3$
Sumatera Barat	$\hat{Y} = -822464.29 + 2374.85341 X_2$
Riau	$\hat{Y} = 851213.80 + 2082.95462 X_2$
Jambi	$\hat{Y} = 1487634.28 + 239.78853 X_2$
Sumatera Selatan	$\hat{Y} = 1412292.42 - 0.68278074 X_1 + 222.56520 X_2 + 514.863453 X_3$
Bengkulu	$\hat{Y} = 620016.69 - 0.2375538 X_1 + 1061.17197 X_2 + 302.177208 X_3$
Lampung	$\hat{Y} = 1348717.65 - 0.48105298 X_1 + 179.70282 X_2 + 429.744628 X_3$
Kep. Bangka Belitung	$\hat{Y} = 1667075.18 - 0.50947360 X_1 + 215.18264 X_2$
Kep. Riau	$\hat{Y} = 809549.57 - 0.26035458 X_1 + 369.22624 X_2$
Dki Jakarta	$\hat{Y} = -725543.60 + 0.35993105 X_1 + 403.90217 X_2 - 1.024457 X_3$
Jawa Barat	$\hat{Y} = 841032.53 - 0.40707811 X_1 + 576.858507 X_3$
Jawa Tengah	$\hat{Y} = -845023.42 + 115.08345 X_2 + 4.934179 X_3$
Di Yogyakarta	$\hat{Y} = -168917.28 + 258.84459 X_2$
Jawa Timur	$\hat{Y} = -228084.24 + 0.12732023 X_1 - 37.46313 X_2 + 262.576884 X_3$
Banten	$\hat{Y} = -958586.84 + 1763.81230 X_2 + 135.145701 X_3$

Provinsi	Model Regresi
Bali	$\hat{Y} = 2346004.26 - 0.74139696 X_1 + 209.17867 X_2 + 179.634414 X_3$
Nusa Tenggara Barat	$\hat{Y} = 1493170.32 - 0.50682554 X_1 + 181.21965 X_2 + 386.162468 X_3$
Nusa Tenggara Timur	$\hat{Y} = 233842.34 + 0.02476498 X_1 + 151.67406 X_2 + 44.666423 X_3$
Kalimantan Barat	$\hat{Y} = 771701.06 + 1972.98770 X_2$
Kalimantan Tengah	$\hat{Y} = -845023.42 + 115.08345 X_2 + 4.934179 X_3$
Kaliamtan Selatan	$\hat{Y} = 525885.39 - 0.10365072 X_1 + 204.91770 X_2 - 17.376513 X_3$
Kalimantan Timur	$\hat{Y} = -5872.84 + 0.09125967 X_1 + 319.84089 X_2 - 23.765402 X_3$
Kalmantan Utara	$\hat{Y} = 357380.83 - 75.648839 X_3$
Sulawesi Utara	$\hat{Y} = 1716092.98 - 75.648839 X_3$
Sulawesi Tengah	$\hat{Y} = -1332077.33 + 59.870119 X_3$
Sulawesi Selatan	$\hat{Y} = 74179.57 + 0.01441031 X_1 - 188.84461 X_2 + 306.850543 X_3$
Sulawesi Tenggara	$\hat{Y} = -179091.08 + 218.928883 X_3$
Gorontalo	$\hat{Y} = -992230.56 + 28.867488 X_3$
Sulawesi Barat	$\hat{Y} = 94656.44 + 0.30249200 X_1 + 111.605599 X_3$
Maluku	$\hat{Y} = -899966.88$
Maluku Utara	$\hat{Y} = 2806888.09 - 0.88885765 X_1 + 234.35789 X_2 + 22.633593 X_3$
Papua Barat	$\hat{Y} = 2647555.80 - 0.83502026 X_1 + 80.060703 X_3$
Papua	$\hat{Y} = 1332329.62 + 156.88222 X_2 + 549.366725 X_3$

$$\hat{Y}_{NTT} = 233.842,34 + 0,02476498 X_1 + 151,67406 X_2 + 44,666423 X_3$$

Berdasarkan model persamaan regresi diatas dengan nilai  $R^2$  sebesar 90,78%, dapat diketahui bahwa nilai intersep sebesar 233.842,34 juta yang artinya jika jumlah upah minimum ( $X_1$ ), investasi penanaman modal luar negeri ( $X_2$ ), dan kepadatan penduduk ( $X_3$ ) bernilai nol, maka jumlah PDRB di provinsi NTT naik sebesar 233.842,34 juta. Koefisien regresi variabel upah minimum ( $X_1$ ) bernilai 0.02476498 yang berarti dengan meningkatnya jumlah upah minimum sebesar satu juta, maka akan menaikkan jumlah PDRB di provinsi NTT sebesar 0.02476498 juta. Sedangkan investasi penanaman modal luar negeri ( $X_2$ ) bernilai (151,67406) yang berarti dengan meningkatnya investasi penanaman modal luar negeri sebesar satu investasi, maka akan meningkatkan jumlah PDRB di provinsi NTT sebesar (151.67406) juta. Kemudian untuk koefisien kepadatan penduduk ( $X_3$ ) bernilai (44.666423) yang berarti dengan meningkatnya kepadatan penduduk sebesar satu jiwa, maka akan meningkatkan jumlah PDRB provinsi NTT sebesar (44,666423) juta.

## KESIMPULAN

Produk Domestik Regiona Bruto di Indonesia pada model GWR di peroleh nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) adalah sebesar 90,93%, yang artinya variabel prediktor yang digunakan dalam model mampu menjelaskan PDRB di Indonesia sebesar 90,93% sehingga dikatakan bahwa 90,93% PDRB di Indonesia mampu di jelaskan oleh model, sedangkan ada 9,07% keragaman nilai PDRB dijelaskan oleh variabel prediktor lain

yang tidak dilibatkan di dalam model, sehingga dapat dikatakan bahwa model GWR lebih baik dibandingkan model global.

Berdasarkan pada model GWR variabel yang berpengaruh secara signifikan dapat di lihat bahwa pada umumnya Upah Minimum ( $X_1$ ), Investasi Penanaman Modal Luar Negeri ( $X_2$ ), dan Kepadatan Penduduk ( $X_3$ ) berpengaruh terhadap variabel prediktor pada tiap provinsi, Sehingga secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi PDRB pada tiap wilayah di Indonesia adalah Upah Minimum, Investasi Penanaman Modal Luar Negeri, dan Kepadatan Penduduk.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anselin, L. 1988. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Asnidar. 2019. *Analisis Geographically Weighted Regression (GWR) Pada Penggunaan Alat Kb Di Provinsi Sulawesi Tenggara*[Skripsi]. Kendari. Universitas Halu Oleo, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- BPS. 2020. *Produk Domestik Regional Bruto Provinsi-provinsi di Indonesia 2020*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- BPS. 2020. *Realisasi Investasi Penanaman Modal Luar Negeri Menurut Provinsi*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- BPS. 2020. *Statistik Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik
- Brunsdon, C., Fotheringham, A. S. and Charlton, M. E. (1996) .*'Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Nonstationarity'*, 28(4).
- Caraka, Rezzy Eko & Hasbi Yasin.2017.*Geographically Weighted Regression (GWR)*. Yogyakarta : Mobius.
- Cressie, N.A.C. 1993. *Statistics For Spatial Data Revised ed*. New York: John wiley and Sons.
- Firdang, A. P. A. 2020. *Pemodelan Regresi Spasial Dan GWR Dalam Menentukan Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Kemiskinan Di Indonesia*[Skripsi]. Kendari. Universitas Halu Oleo, Fakultas Matematika dn Ilmu Pengetahuan Alam.
- Fotheringham AS, Brunsdon C, Chalton M . 2002. *Geographically Weighted Regression : The Analysis of Spatially Varying Relationships*. Vol.13. John Wiley & Sons, Chichester.
- Fotheringham, A. S., Brundson, C., & Charlton, M. 2002. *Geographically Weighted Regression*. Chichester: John Wiley and Sons.
- Leung, Y., Mei., & Zhang, W., X. 2000. *Statistic Tests for Spatial Non-Stationarity Based on the Geographically Weighte Regression Model*. Environment and Planning A.
- Lutfiani, Nurul. 2017. *Pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) dengan Fungsi Pembobot Kernel Gaussian dan Bi-Square* [Skripsi]. Semarang: Universitas Negeri Semarang, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Nadya, Meila. 2017. *Analisis Geographically Weighted Regression (Gwr) Pada Kasus Pneumonia Balita Di Provinsi Jawa Barat*. Jakarta Universitas Negeri Jakarta, FMIPA.
- Parahita, L. L. Rahajuni, D. Windhani, K. 2018. *Analisis Faktor yang Mempengaruhi*

- Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Sektor Industri di Provinsi Jawa Barat Tahun 2002-2016*. Purwokerto.
- Prahasta, E. 2009. *Sistem Informasi Geografis : Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika)*. Bandung : Penebit Informatika.
- Rifki, A. P. Yasin, H. Rahmawari, R. 2016. *Perbandingan Model GWR Dengan Fixed Dan Adaptive Bandwidth Untuk Persentase Penduduk Miskin Di Jawa Tengah*. Jurnal Gaussian. Vol. 5 No. 3 Hal. 535-544.
- Sugiarto, Arsyadana, H. H. 2015. *Perbandingan Regresi Global Dan Geographically Weighted Regression (GWR) Pada Model Kasus Prevalensi Penyakit Hepatitis*. Jurnal Statistika. Vol.3 No.2.
- Sukmawati, Y. 2018. *Analisis Model Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Provinsi Kalimantan Selatan Dengan Pendekatan Regresi Global Dan Geographically Weighted Regression (GWR)*. Jurnal ISSN 2615-3505. Vol.13 No.4.
- Todaro, Michael, P. 2000. *Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga*. Edisi Ketujuh diterjemahkan oleh Haris Munandar. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Waida, D. F. Pernanda. 2020. *Analisis Pengaruh Kepadatan Penduduk Terhadap PDRB Per Kapita di Kabupaten Karimun Tahun 2013-2017*. Pelita Kota. Vol 1. No.1.