

## PEMODELAN KONSUMSI BERAS MENGGUNAKAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION (GWR)*

Esther Damayanti Sihombing<sup>1\*</sup>, Agita Andini<sup>2</sup>, Rizki Dwi Yanti<sup>3</sup>, Nurul Hidayati<sup>4</sup>

Program Studi S1 Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu

Email: [estherdamayanti2002@gmail.com](mailto:estherdamayanti2002@gmail.com)

### Abstract (English)

*This research aims to model rice consumption in South Sulawesi Province in 2021 by incorporating spatial effects. The methods used are linear regression and Geographically Weighted Regression (GWR). In the GWR model, parameter estimation uses Weighted Least Square (WLS) with Adaptive Gaussian kernel function weighting. The results concluded that the GWR model is better than the linear regression model. Based on the results of the study, there are 3 variables that are thought to affect the rice consumption of districts and cities in South Sulawesi Province, namely GRDP per capita (X1), poverty line (X2), and rice production (X3). The GWR model proved to be able to increase the  $R^2$  value and decrease the AIC value. The diversity of the response variable can be explained by the model by 98.22%, the rest is influenced by other variables outside the model. The AIC value obtained in the GWR model is 486,81.*

### Article History

Submitted: 3 December 2023

Accepted: 12 December 2023

Published: 13 December 2023

### Key Words

Rice consumption;  
Geographically Weighted  
Regression (GWR)

### Abstrak (Indonesia)

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan konsumsi beras di Provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2021 dengan menggunakan efek spasial. Metode yang digunakan adalah regresi linier dan *Geographically Weighted Regression (GWR)*. Pada model GWR, estimasi parameter menggunakan *Weighted Least Square (WLS)* dengan pembobot fungsi kernel Adaptive Gaussian. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa model GWR lebih baik dibandingkan dengan model regresi linier. Berdasarkan hasil penelitian, terdapat 3 variabel yang diduga berpengaruh terhadap konsumsi beras kabupaten dan kota di Provinsi Sulawesi Selatan, yaitu PDRB per kapita (X1), garis kemiskinan (X2), dan produksi beras (X3). Model GWR terbukti mampu meningkatkan nilai  $R^2$  dan menurunkan nilai AIC. Keragaman variabel respon dapat dijelaskan oleh model sebesar 98,22%, sisanya dipengaruhi oleh variabel lain di luar model. Nilai AIC yang diperoleh pada model GWR sebesar 486,81.

### Sejarah Artikel

Submitted: 3 December 2023

Accepted: 12 December 2023

Published: 13 December 2023

### Kata Kunci

Konsumsi beras;  
Geographically Weighted  
Regression (GWR)

## PENDAHULUAN

Beras merupakan produk yang berasal dari hasil pertanian yaitu padi. Beras merupakan komoditas pangan yang umumnya digunakan sebagai makanan pokok penduduk Indonesia. Beras tidak hanya menjadi makanan pokok utama, tetapi juga menjadi satu-satunya makanan pokok. Dominasi beras dalam pola makanan pokok tidak tergantikan oleh jenis makanan lain [11].

Provinsi Sulawesi Selatan merupakan salah satu provinsi penghasil beras terbesar di Indonesia. Produksi padi di provinsi ini selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya. Peningkatan produksi beras di Sulawesi Selatan diiringi dengan peningkatan konsumsi beras di provinsi tersebut. Konsumsi beras di Sulawesi Selatan pada tahun 2018 mencapai 93.826,39 ton dan terus meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2021, konsumsi beras di Sulawesi Selatan mencapai 977.450,6 ton. Peningkatan konsumsi beras yang terus meningkat setiap tahunnya harus dapat diketahui berbagai faktor yang mempengaruhinya.

Salah satu cara untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi beras di Sulawesi Selatan adalah dengan menggunakan analisis regresi linier berganda. Analisis regresi linier berganda merupakan salah satu metode statistik yang dapat menghasilkan model regresi yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara konsumsi beras dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Namun, analisis regresi linier berganda memiliki keterbatasan dalam estimasi parameter. Ketika menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS), model regresi linier berganda menghasilkan penaksir parameter yang bersifat global, artinya berlaku untuk semua wilayah pengamatan. Pada kenyataannya, seringkali diperlukan suatu model yang bersifat lokal karena ada kemungkinan kasus yang diteliti berbeda antara satu wilayah dengan wilayah lainnya, yang disebut dengan heterogenitas wilayah atau heterogenitas spasial. Heterogenitas spasial terjadi karena adanya perbedaan kondisi wilayah baik dari segi geografis, sosial, budaya, dan lain-lain yang dapat melatarbelakanginya.

Model yang dapat mengatasi masalah heterogenitas spasial adalah *Geographically Weighted Regression* (GWR). GWR merupakan pengembangan dari model regresi linier berganda. Model GWR merupakan model yang digunakan untuk menganalisis data spasial yang dihasilkan oleh sifat penaksir parameter yang bersifat lokal pada setiap periode atau lokasi dimana data tersebut dilakukan [5].

Berbagai penelitian mengenai pemodelan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi beras telah banyak dilakukan, diantaranya adalah [9] yang menyatakan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap konsumsi beras di Kecamatan Sumpasari, Kabupaten Jember adalah pendapatan, harga beras, jumlah anggota keluarga, pendidikan ibu, usia ibu, dan tempat tinggal. (8) dalam penelitiannya juga mengemukakan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh positif dan signifikan terhadap konsumsi beras di Provinsi Bali adalah jumlah penduduk, jumlah kunjungan wisatawan domestik, dan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah memodelkan konsumsi beras di Provinsi Sulawesi Selatan dengan menggunakan metode regresi linier dan GWR. Penambahan efek spasial akan menghasilkan model yang berbeda untuk setiap kabupaten kota berdasarkan variabel-variabel yang mempengaruhi konsumsi beras di daerah tersebut.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Peta Tematik

Peta tematik adalah peta yang hanya menyajikan data atau informasi dari suatu konsep atau tema tertentu, baik berupa data kualitatif maupun data kuantitatif dalam kaitannya dengan detail topografi tertentu, terutama yang sesuai dengan tema peta tersebut [10]. Garis lintang adalah garis yang membentang dari barat-timur atau timur-barat, sedangkan garis bujur adalah garis yang membentang dari utara-selatan atau selatan-utara. Peta tematik dalam penelitian ini akan digunakan untuk memetakan konsumsi beras di Provinsi Sulawesi Selatan dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya.

### 2.2 Multikolinieritas

Salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam pembentukan model regresi dengan beberapa variabel prediktor adalah tidak adanya kasus multikolinieritas. Multikolinieritas adalah kondisi hubungan linier yang sempurna atau tinggi antara beberapa atau semua variabel prediktor yang diikutsertakan dalam pembentukan model regresi linier [7]. Pada model regresi, adanya korelasi antar variabel prediktor menyebabkan taksiran parameter regresi yang dihasilkan memiliki error yang besar [4]. Deteksi adanya kasus multikolinieritas dapat dilihat melalui kriteria nilai *Variance Inflation Factor* (VIF). Jika nilai VIF lebih besar dari 10, maka mengindikasikan adanya multikolinieritas antar variabel prediktor. Nilai VIF dirumuskan sebagai berikut [7].

$$VIF_k = \frac{1}{1 - R_k^2}$$

di mana:

$k = 1, 2, \dots, p$ , di mana  $p$  = jumlah variabel prediktor

$R_k^2$  = koefisien determinasi variabel prediktor ke- $p$  dengan variabel lainnya

### 2.3 Analisis Regresi

Analisis regresi adalah metode yang digunakan untuk menyatakan pola hubungan antara variabel respon dengan satu atau lebih variabel prediktor. Jika variabel prediktor lebih dari satu, maka digunakan analisis regresi linier berganda. Model persamaan regresi untuk  $n$  pengamatan dengan  $p$  variabel prediktor ( $X$ ) dapat dituliskan dalam persamaan berikut [4].

$$y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i$$

di mana:

- $i = 1, 2, \dots, n$  di mana  $n$  = jumlah pengamatan
- $k = 1, 2, \dots, p$  di mana  $p$  = jumlah variabel prediktor
- $y_i$  = nilai pengamatan ke- $i$  dari variabel respon
- $X_{ik}$  = nilai pengamatan ke- $i$  dari variabel prediktor ke- $k$
- $\beta_0$  = nilai intersep
- $\beta_k$  = koefisien regresi dari variabel prediktor ke- $k$
- $\varepsilon_i$  = residual ke- $i$  dengan asumsi IIDN  $(0, \sigma^2)$

Pada model ini, hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon dianggap konstan pada setiap lokasi geografis. Jika dituliskan dalam notasi matriks, model regresi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut.

$$y = X\beta + \varepsilon$$

### 2.4 Efek Spasial

Analisis spasial dilakukan jika data yang digunakan memenuhi efek spasial, yaitu memiliki sifat residual yang berkorelasi (autokorelasi spasial) dan atau heterogenitas spasial. Autokorelasi spasial atau disebut juga dengan ketergantungan spasial mengindikasikan bahwa pengamatan pada suatu lokasi bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Heterogenitas mengacu pada variasi yang ada di setiap lokasi. Setiap lokasi memiliki kekhasan atau karakteristik tersendiri dibandingkan dengan lokasi lainnya. Heterogenitas spasial disebabkan oleh kondisi unit-unit spasial dalam suatu wilayah penelitian yang pada dasarnya tidak homogen. Dampaknya adalah parameter regresi bervariasi secara spasial atau terdapat ketidakstasioneran spasial pada parameter regresi [5].

Uji autokorelasi spasial dapat dilakukan dengan menggunakan statistik uji Moran's I dengan hipotesis sebagai berikut [1].

$H_0: I_m = 0$  (Tidak terdapat autokorelasi spasial)

$H_1: I_m \neq 0$  (Terdapat autokorelasi spasial)

Statistik uji yang digunakan yaitu:

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{var}(I)}}$$

Tolak  $H_0$  jika nilai  $|Z(I)| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$  atau  $p_{value} < \alpha$  yang artinya terdapat autokorelasi spasial.

Uji heterogenitas spasial dapat dilakukan dengan menggunakan statistik uji Breusch Pagan dengan hipotesis sebagai berikut [1].

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$  (Tidak terdapat heterogenitas spasial)

$H_1$ : minimal ada satu  $\sigma_i^2 \neq \sigma^2$  dimana  $i = 1, 2, \dots, n$  (Terdapat heterogenitas spasial)

Statistik uji yang digunakan yaitu:

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

Tolak  $H_0$  jika nilai  $BP > \chi_{\alpha, p}^2$  atau  $p_{value} < \alpha$  yang artinya terdapat heterogenitas spasial.

### 2.5 Geographically Weighted Regression

Model Geographically Weighted Regression (GWR) merupakan pengembangan dari model regresi dimana setiap parameter dihitung pada setiap titik lokasi, sehingga setiap titik lokasi geografis memiliki nilai parameter regresi yang berbeda. GWR merupakan pemodelan yang cukup baik digunakan untuk proses heterogenitas spasial [5]. Variabel respon  $y$  pada model GWR diprediksi oleh variabel-variabel prediktor yang koefisien regresinya masing-masing bergantung pada lokasi dimana data tersebut diamati. Model GWR dapat dituliskan sebagai berikut:

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

dengan

$i = 1, 2, \dots, n$

$n$  = banyaknya lokasi pengamatan

$y_i$  = nilai observasi variabel respon lokasi pengamatan ke- $i$

$x_{ik}$  = nilai observasi variabel prediktor ke- $k$  pada lokasi ke- $i$  dimana  $k = 1, 2, \dots, p$

$\varepsilon_i$  = error pada lokasi pengamatan ke- $i$

$(u_i, v_i)$  = titik koordinat *longitude* dan *latitude* lokasi pengamatan ke- $i$

$\beta_0(u_i, v_i)$  = konstanta atau intersep model GWR

$\beta_k(u_i, v_i)$  = koefisien regresi variabel prediktor ke- $k$  pada lokasi pengamatan ke- $i$

### 2.6 Uji Kesesuaian Model GWR

Pengujian kesesuaian model (*goodness of fit*) dilakukan untuk menguji signifikansi dari faktor geografis. Pengujian ini bertujuan untuk menjelaskan apakah model GWR dapat menjelaskan lebih baik dibandingkan dengan model regresi linier atau tidak. Berikut adalah hipotesis pengujiannya [5].

$H_0: \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k$  (Tidak ada perbedaan yang signifikan antara model regresi linier dengan model GWR)

$H_1: \beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k$  (Ada perbedaan yang signifikan antara model regresi linier dengan model GWR)

dimana  $k = 1, 2, \dots, p$  dan  $i = 1, 2, \dots, n$

Statistik uji yang digunakan yaitu:

$$F_{hitung} = \frac{SSE(H_1)/\delta_1}{SSE(H_0)/(n-p-1)}$$

dimana  $df_1 = \left(\frac{\delta_1^2}{\delta_2^2}\right)$ ,  $df_2 = n - p - 1$

Tolak  $H_0$  apabila nilai  $F_{hitung} > F_{\alpha, df_1, df_2}$  atau  $p_{value} < \alpha$  yang berarti ada perbedaan yang signifikan antara model regresi linier dengan model GWR.

### 2.7 Uji Signifikansi Model GWR

Pengujian parameter model GWR dilakukan untuk mengetahui parameter yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon secara parsial. Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut [5].

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

$H_1$ : Paling sedikit ada satu  $\beta_k(u_i, v_i) \neq 0, k = 1, 2, \dots, p$

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$t_{hitung} = \frac{\beta_i(u_i, v_i)}{se(\beta_i(u_i, v_i))}$$

Tolak  $H_0$  jika  $t_{hitung} > t_{tabel}$  atau  $p_{value} < \alpha$  yang artinya variabel prediktor ke- $k$  berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

## METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR). Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang bersumber dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2021. Publikasi *online* tersebut dapat diperoleh

melalui *website* resmi Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. Data yang digunakan adalah data konsumsi beras tiap kabupaten dan kota di Provinsi Sulawesi Selatan serta data mengenai faktor-faktor yang diduga mempengaruhi konsumsi beras pada tahun 2021 untuk 24 kabupaten dan kota di Provinsi Sulawesi Selatan. Variabel penelitian yang digunakan terdiri dari 3 variabel prediktor yaitu produk domestik regional bruto (X1), garis kemiskinan (X2), dan produksi beras (X3), serta 1 variabel respon yaitu konsumsi beras (Y).

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Statistik deskriptif, meliputi perhitungan nilai maksimum, minimum, mean, dan varians dari masing-masing variabel.
2. Identifikasi pola hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor.
3. Pemodelan regresi OLS.
4. Pengujian efek spasial yaitu uji autokorelasi spasial dan uji heterogenitas spasial.
5. Pemodelan Geographically Weighted Regression yang terdiri dari estimasi parameter dan pengujian signifikansi parameter baik secara serentak maupun parsial.
6. Pemilihan model terbaik dengan membandingkan model regresi OLS dengan model GWR berdasarkan nilai AIC terkecil.
7. Interpretasi hasil dan penarikan kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

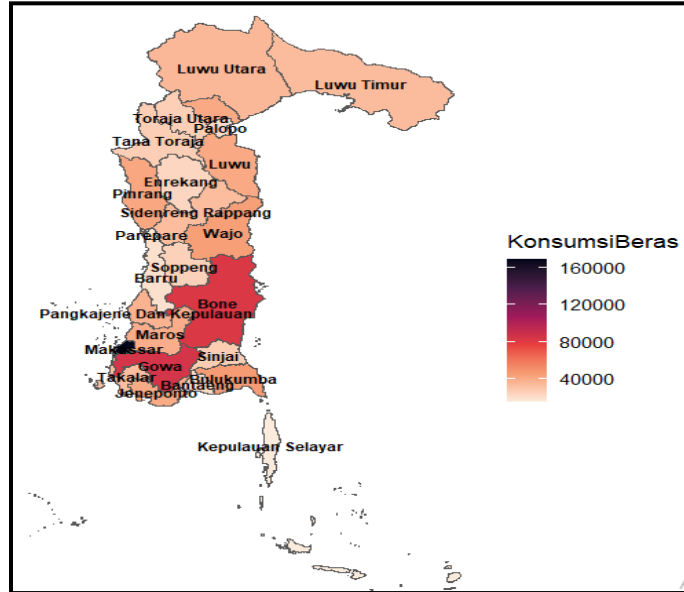
### 3.1 Statistik Deskriptif

Nilai statistika deskriptif dari masing-masing variabel dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1 Statistik Deskriptif

| Variable       | Means  | Variance    | Minimum | Maximum |
|----------------|--------|-------------|---------|---------|
| Y              | 40727  | 1061110411  | 14855   | 169742  |
| X <sub>1</sub> | 14354  | 592497813   | 3766    | 126313  |
| X <sub>2</sub> | 373436 | 901838403   | 341484  | 475444  |
| X <sub>3</sub> | 121716 | 15114487700 | 2425    | 463823  |

Tabel 1 menunjukkan nilai rata-rata, varians, minimum, dan maksimum dari setiap variabel yang digunakan dalam penelitian. Berdasarkan Tabel 4.1, dapat diketahui nilai rata-rata konsumsi beras di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2021 adalah 40727 ton. Terdapat 6 kabupaten dan kota di Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki jumlah konsumsi beras lebih tinggi dari rata-rata dan 18 kabupaten dan kota di Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki jumlah konsumsi beras lebih rendah dari rata-rata. Pada Tabel 4.1 ditunjukkan nilai minimumnya yaitu 14855 ton dan nilai maksimumnya 169742 ton.



Provinsi Sulawesi Selatan merupakan salah satu provinsi penghasil beras terbesar di Indonesia. Produksi beras diduga mempengaruhi jumlah konsumsi beras di Provinsi Sulawesi Selatan. Wilayah yang memiliki jumlah konsumsi beras tertinggi ditandai dengan warna ungu tua dan jumlah konsumsi beras terendah ditandai dengan warna merah muda. Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa jumlah konsumsi beras menunjukkan pola daerah yang memiliki kategori yang sama cenderung mengelompok. Kota Makassar dan Kabupaten Bone merupakan dua daerah di Sulawesi Selatan yang memiliki jumlah konsumsi beras yang sangat tinggi. Sementara itu, Kepulauan Selayar dan Kabupaten Pare-pare merupakan dua daerah di Sulawesi Selatan yang mengkonsumsi beras sangat rendah.

### 3.2 Identifikasi Pola Hubungan Variabel Respon dan Variabel Prediktor

Identifikasi dapat dilakukan melalui analisis korelasi *Pearson*. Adapun hubungan antara konsumsi beras terhadap variabel prediktornya disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 2. Uji Korelasi

|                | $X_1$                  | $X_2$   | $X_3$  |
|----------------|------------------------|---------|--------|
| Korelasi       | 0,9115                 | 0,6813  | 0,4748 |
| <i>p-value</i> | $5,95 \times 10^{-10}$ | 0,00025 | 0,0413 |

Berdasarkan Tabel ;dapat diketahui bahwa ketiga variabel prediktor yang digunakan mempunyai korelasi terhadap variabel responnya. Hal ini dilihat dari nilai *p-value* nya yang lebih kecil dari taraf signifikansi serta nilai korelasinya yang tinggi.

### 3.3 Analisis Regresi Klasik dengan *Ordinary Least Square*

Pemodelan konsumsi beras dan faktor yang diduga mempengaruhinya menggunakan penaksiran parameter *Ordinary Least Squares* (OLS) bertujuan untuk mengetahui variabel yang signifikan terhadap konsumsi beras secara global. Berikut disajikan estimasi parameter untuk regresi global pada jumlah konsumsi beras di Provinsi Sulawesi Selatan.

Tabel 3. Estimasi Parameter Model Regresi OLS

|                   | <i>Estimate</i>           | <i>Standard Error</i>  | <i>t<sub>value</sub></i> | <i>p<sub>value</sub></i> |
|-------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (Intercept)       | $-6,42 \times 10^4$       | $4,5 \times 10^4$      | -1,426                   | 0,1693                   |
| $X_1$             | 1,045                     | 0,144                  | 7,285                    | $4,8 \times 10^{-7}$     |
| $X_2$             | 0,217                     | 0,122                  | 1,784                    | 0,089                    |
| $X_3$             | 0,073                     | 0,021                  | 3,520                    | 0,002                    |
| <i>Regression</i> | <i>F<sub>hitung</sub></i> | 57,62                  |                          |                          |
|                   | <i>p<sub>value</sub></i>  | $5,07 \times 10^{-10}$ |                          |                          |

\*signifikan dengan taraf signifikansi 10%

Nilai estimasi parameter yang telah diperoleh tersebut kemudian diuji signifikansi parameter secara serentak dan parsial. Pengujian serentak signifikansi parameter model regresi linier berganda bertujuan untuk mengetahui apakah secara serentak variabel prediktor memberikan pengaruh terhadap variabel respon.

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh nilai  $F_{hitung}$  sebesar 57,62 dan nilai  $p_{value}$  sebesar  $5,07 \times 10^{-10}$ . Dengan menggunakan taraf signifikansi 10%, nilai  $F_{tabel}$  yaitu  $F_{0,1,3,20} = 2,381$ , sehingga  $F_{hitung} > F_{tabel}$  dan nilai  $p_{value} < \alpha$  yang berarti tolak  $H_0$ . Hal ini menunjukkan bahwa secara serentak variabel prediktor memberikan pengaruh terhadap variabel respon.

Selanjutnya untuk mengetahui variabel prediktor mana saja yang memberikan pengaruh secara signifikan, maka dilakukan pengujian parameter secara parsial (individu).

Berdasarkan Tabel 3 dengan taraf signifikansi ( $\alpha = 10\%$ ) dimana  $t_{\frac{\alpha}{2}; n-p-1}$  yaitu  $t_{0,05,20} = 2,086$ , maka dapat dikatakan bahwa ketiga variabel prediktor berpengaruh secara signifikan terhadap model secara parsial. Hasil pengujian secara parsial diperoleh model regresi linier berganda sebagai berikut:

$$\hat{y} = -6,42 \times 10^4 + (1,05)X_1 + 0,271X_2 + 0,073X_3$$

### 3.4 Uji Efek Spasial

Sebelum melakukan analisis dengan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) dilakukan pengujian aspek spasial terlebih dahulu yang berupa uji autokorelasi spasial dan heterogenitas spasial.

Tabel 4. Hasil Uji Autokorelasi Spasial

|             | Test Statistics | Expected Value | Variants | <i>p<sub>value</sub></i> |
|-------------|-----------------|----------------|----------|--------------------------|
| Moran Index | 0,084           | -0,045         | 0,011    | 0,1042                   |

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai  $p_{value}$  sebesar 0,1042 yang lebih besar dari  $\alpha = 10\%$ , sehingga gagal tolak  $H_0$ . Maka, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat autokorelasi spasial atau pengamatan di suatu wilayah tidak bergantung pada pengamatan di wilayah lain yang letaknya berdekatan.

Tabel 5. Hasil Uji Heterogenitas Spasial

|                      | <i>df</i> | <i>BP</i> | <i>p<sub>value</sub></i> |
|----------------------|-----------|-----------|--------------------------|
| <i>Breusch-Pagan</i> | 3         | 6,4893    | 0,09                     |

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai  $p_{value}$  sebesar 0,09 yang lebih kecil dari  $\alpha = 10\%$ , sehingga tolak  $H_0$ . Maka, dapat disimpulkan bahwa terdapat heterogenitas spasial atau varians di tiap wilayah berbeda (heterogen). Hasil uji heterogenitas spasial yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan karakteristik antara titik pengamatan satu dengan titik pengamatan yang lain maka metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) dapat dilakukan pada analisis selanjutnya.

### 3.5 Model *Geographically Weighted Regression*

Tabel 6. Nilai AIC masing-masing fungsi *kernel*

| Kernel Function          | AIC      |
|--------------------------|----------|
| <i>Fixed Gaussian</i>    | 515,2036 |
| <i>Fixed Bisquare</i>    | 504,6453 |
| <i>Fixed Tricube</i>     | 505,8737 |
| <i>Adaptive Gaussian</i> | 486,8141 |
| <i>Adaptive Bisquare</i> | 499,7691 |
| <i>Adaptive Tricube</i>  | 508,5141 |

Berdasarkan Tabel 6, dapat diketahui bahwa fungsi *kernel* yang akan digunakan untuk mengestimasi parameter model GWR adalah *Adaptive Gaussian Kernel* karena memiliki nilai AIC yang terkecil. Nilai *bandwidth* akan berbeda untuk setiap kabupaten dan kota di Provinsi Sulawesi Selatan karena menggunakan fungsi *adaptive kernel*.

Tabel 7. Estimasi Parameter Model GWR

| Parameters | Minimum     | Maximum    | Global    |
|------------|-------------|------------|-----------|
| $\beta_0$  | -1,3921e+05 | 8,1804e+04 | -64188,06 |
| $\beta_1$  | 2,0285e-01  | 3,2083e+00 | 1,0454    |
| $\beta_2$  | -1,9754e-01 | 4,0391e-01 | 0,2171    |
| $\beta_3$  | -1,4838e-02 | 4,6481e-01 | 0,0726    |

Tabel 7 menunjukkan nilai minimum, nilai maksimum, dan nilai global dari pemodelan. Nilai minimum dan maksimum dari estimator yang merupakan kisaran untuk nilai duga pada variabel tersebut. Misalkan pada variabel PDRB per kapita ( $X_1$ ) estimasi parameterinya memiliki nilai minimum 2,0285e-01 dan maksimum sebesar 3,2083e+00, maka dengan demikian dapat diketahui bahwa besarnya pengaruh variabel PDRB per kapita ( $X_1$ ) terhadap konsumsi beras di Provinsi Sulawesi Selatan berkisar antara 2,0285e-01 sampai 3,2083e+00. Nilai global merupakan nilai estimasi parameter regresi linier berganda (global).

Table 8. ANOVA Model GWR

| Residual Source of Variance | Sum of Squares | df      | Center Square | $F_{hitung}$ |
|-----------------------------|----------------|---------|---------------|--------------|
| Global residuals            | 2531025193     | 4       |               |              |
| GWR <i>improvement</i>      | 2095666977     | 16,7214 | 125328176     |              |
| GWR residual                | 435358216      | 3.2786  | 132789269     | 0,9438       |

Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui bahwa dengan taraf pengujian 10%, nilai  $F_{hitung} > F_{0.9;16,7214;3.2786}$  yaitu  $0.9438 > 0.4062$ , sehingga  $H_0$  ditolak. Artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara model regresi linier (global) dengan model GWR.

Berdasarkan pengujian signifikansi parameter model GWR, diperoleh nilai  $t_{hitung}$  yang selanjutnya dibandingkan dengan nilai  $t_{tabel}$  untuk mengetahui variabel mana saja yang secara signifikan mempengaruhi konsumsi beras di Sulawesi Selatan. Pengelompokan wilayah berdasarkan signifikansi parameter disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Pengelompokan wilayah berdasarkan signifikansi parameter

| Kelompok | Wilayah  | Variabel Signifikan  |
|----------|--|----------------------|
| 1        | Luwu Regency, Luwu Timur Regency, Luwu Utara Regency, Palopo City, Tana Toraja Regency, Toraja Utara Regency   | $X_1$ and $X_3$      |
| 2        | Bantaeng Regency, Barru Regency, Bone Regency, Bulukumba Regency, Enrekang Regency, Gowa Regency, Jeneponto Regency, Selayar Islands, Makassar City, Maros Regency, Palopo City, Pangkajene Regency dan Islands, Parepare City, Pinrang Regency, Sindereng Rappang Regency, Sinjai Regency, Soppeng Regency, Takalar Regency, Wajo Regency | $X_1, X_2$ and $X_3$ |

### 3.6 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik merupakan proses evaluasi dari model untuk mengetahui seberapa besar peluang masing-masing model yang terbentuk sudah sesuai dengan data. Pada penelitian ini, dibandingkan model regresi linier OLS dan model GWR berdasarkan kriteria  $R^2$  dan AIC. Berikut disajikan perbandingan nilai  $R^2$  dan AIC dari kedua model.

Tabel 10. Perbandingan model OLS dan GWR

| Kriteria | Model OLS | Model GWR |
|----------|-----------|-----------|
| $R^2$    | 89,63%    | 98,22%    |
| AIC      | 521,48    | 486,81    |

Berdasarkan Tabel 10 diperoleh informasi bahwa berdasarkan kriteria  $R^2$  dan AIC, model GWR lebih baik dibandingkan model OLS. Model GWR terbukti mampu meningkatkan nilai  $R^2$  dan menurunkan nilai AIC.

### KESIMPULAN

Data yang digunakan dalam pemodelan mengandung heterogenitas spasial, sehingga dilakukan pemodelan *Geographically Weighted Regression* dengan penaksiran menggunakan matriks pembobot *Adaptive Gaussian*. Berdasarkan hasil pemodelan GWR, diperoleh model yang berbeda untuk setiap kabupaten dan kota di Provinsi Sulawesi Selatan. Berdasarkan signifikansi parameter, pengelompokan wilayah dapat dibagi menjadi dua kelompok. Kelompok pertama terdiri dari kabupaten dan kota yang signifikan pada parameter  $X_1$  (PDRB per kapita) dan  $X_3$  (produksi padi). Kelompok kedua terdiri dari kabupaten dan kota yang signifikan pada parameter  $X_1$  (PDRB per kapita),  $X_2$  (garis kemiskinan), dan  $X_3$  (produksi beras). Berdasarkan pemilihan model terbaik dengan menggunakan kriteria  $R^2$  dan AIC, model GWR lebih baik daripada model OLS. Model GWR terbukti dapat meningkatkan nilai  $R^2$  dan menurunkan nilai AIC. Nilai  $R^2$  yang diperoleh pada model GWR adalah sebesar 98,22%. Hal ini berarti keragaman variabel respon dapat dijelaskan oleh model sebesar 98,22%. Nilai AIC yang diperoleh pada model GWR sebesar 486,81.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anselin, L., *Spatial Econometrics: Methods and Models*, 1st ed. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1988.
- [2] Asa, A., "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Konsumsi Beras di Desa Babotin Maemina Kecamatan Leobebe Kabupaten Malaka", *Jurnal Agribisnis*, vol. 3, no.4, pp. 55-57, October, 2018.

- [3] Badan Pusat Statistik, Provinsi Sulawesi Selatan Dalam Angka 2021, Sulawesi Selatan, BPS Provinsi Sulawesi Selatan, 2021
- [4] Draper, N.R., and Smith, H., Applied Regression Analysis, 3rd ed. New York, John Wiley & Sons, 1998.
- [5] Fotheringham, A. S., Brunson, C., and Charlton, M., Geographically Weighted Regression, 1st ed. New York, John Wiley & Sons, 2002.
- [6] Gujarati, D.N, Dasar-Dasar Ekonometrika, 1st ed. Jakarta, Erlangga, 2006.
- [7] Neeleman, D., Multicollinearity in Linear Economic Models, 1st ed. Netherlands, Springer, 1973.
- [8] Putra, I. P. D., and Wardana, I. G., “Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Konsumsi Beras di Provinsi Bali”, Jurnal Ekonomi dan Bisnis, vol. 7, no.6, June, 2018.
- [9] Rahmi, F. D., “Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Konsumsi Beras Rumah Tangga di Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember”, Skripsi, Faculty of Agriculture, Universitas Jember, Jember, 2019.
- [10] Setyawan, D., Nugraha, A. L., and Sudarsono, B., “Analisis Potensi Desa Berbasis Sistem Informasi Geografis”, Jurnal Geodesi UNDIP, vol. 7, no.4, December, 2018.
- [11] Widiarsih, D., “Pengaruh Sektor Komoditi Beras Terhadap Inflasi Bahan Makanan”, Jurnal Sosial Ekonomi Pembangunan, vol. 2, no.6, July, 2012.