

# Penerapan Model *Geographically Weighted Regression* pada Data Penetapan Warisan Budaya Takbenda di Indonesia

Firdaus Ryan Pratomo<sup>1, a)</sup>, Dianne Amor Kusuma<sup>1, b)</sup>, Budi Nurani Ruchjana<sup>1, c)</sup>

<sup>1</sup>*Program Studi S-1 Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Sumedang, Indonesia.*

<sup>a)</sup> email: fasafirdaus.ff@gmail.com

<sup>b)</sup> email: amor@unpad.ac.id

<sup>c)</sup> email: budi.nurani@unpad.ac.id

## Abstrak

Data penetapan Warisan Budaya Takbenda (WBTb) di Indonesia merupakan investasi budaya yang perlu dilestarikan. Salah satu upaya pelestarian WBTb adalah dengan menentukan faktor pelestarian kebudayaan yang berpengaruh terhadap data penetapan WBTb di Indonesia. Faktor tersebut meliputi Persentase Penduduk Menonton Pertunjukan/Pameran Seni (PPMPS), Persentase Penduduk Menggunakan Bahasa Daerah (PPMBD), dan Persentase Rumah Tangga Menggunakan Produk Tradisional (PRTMPT). Namun, kekayaan budaya di setiap provinsi yang berbeda mengakibatkan heterogenitas spasial sehingga terjadi perbedaan penentuan faktor pelestarian kebudayaan di setiap provinsi. Penentuan tersebut dapat dilakukan dengan model *Geographically Weighted Regression* (GWR). Penelitian ini bertujuan menerapkan model GWR dengan pembobot *Fix Gaussian Kernel*, *Fix Bisquare Kernel*, dan *Fix Tricube Kernel* untuk menentukan faktor pelestarian kebudayaan pada data penetapan WBTb di Indonesia sehingga dapat diketahui faktor pelestarian kebudayaan apa yang paling berpengaruh di setiap daerah. Temuan penelitian menunjukkan adanya heterogenitas spasial hanya pada kategori data penetapan WBTb Seni Pertunjukan (SP) dan Tradisi Ekspresi Lisan (TEL), serta model GWR yang berbeda di setiap provinsi yang mencerminkan adanya perbedaan faktor pelestarian kebudayaan. Evaluasi dengan koefisien determinasi menunjukkan model GWR dengan fungsi pembobot *Fix Gaussian Kernel* adalah model terbaik untuk kategori SP.

*Kata kunci: Geographically Weighted Regression, Warisan Budaya Takbenda, Heterogenitas Spasial*

## Abstract

*Intangible Cultural Heritage (WBTb) determination data in Indonesia is a cultural investment that needs to be preserved. One of the efforts to preserve WBTb is to determine the cultural preservation factors that influence the WBTb determination data in Indonesia. These factors include Percentage of Population Watching Performances/Art Exhibitions (PPWP), Percentage of Population Using Regional Languages (PPURL), and Percentage of Households Using Traditional Products (PHUTP). However, the different cultural wealth in each province results in spatial heterogeneity, resulting in differences in the determination of cultural preservation factors in each province. This determination can be done with the Geographically Weighted Regression (GWR) model. This study aims to apply the GWR model with Fix Gaussian Kernel, Fix Bisquare Kernel, and Fix Tricube Kernel weighting to determine cultural*

*preservation factors in WBTb determination data in Indonesia so that it can be known what cultural preservation factors are most influential in each region. The research findings show the existence of spatial heterogeneity only in the category of WBTb designation data for Performing Arts (PA) and Oral Expression Tradition (OET), as well as different GWR models in each province that reflect differences in cultural preservation factors. Evaluation with the coefficient of determination shows that the GWR model with the Fix Gaussian Kernel weighting function is the best model for the PA category.*

*Keywords: Geographically Weighted Regression, Intangible Cultural Heritage, Spatial Heterogeneity*

## **Pendahuluan**

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya dengan keanekaragaman Warisan Budaya Takbenda (WBTb). WBTb didefinisikan sebagai beragam praktik, representasi, ekspresi, pengetahuan, dan keterampilan yang terkait dengan konteks budaya serta diturunkan secara berkelanjutan dari satu generasi ke generasi berikutnya. WBTb dibagi menjadi lima kategori, yaitu Adat Istiadat Masyarakat, Ritual, dan Perayaan-Perayaan (AIMRP), Kemahiran dan Kerajinan Tradisional (KKT), Pengetahuan dan Kebiasaan Perilaku Mengenai Alam dan Semesta (PKPMAS), Seni dan Pertunjukan (SP), serta Tradisi dan Ekspresi Lisan (TEL) [1]. Dalam upaya melestarikan kelima kategori WBTb yang dapat punah, Indonesia meratifikasi konvensi UNESCO 2003 melalui Peraturan Presiden No. 78 Tahun 2007. Salah satu upaya untuk melestarikan WBTb adalah dengan menentukan faktor pelestarian kebudayaan yang berpengaruh terhadap data penetapan WBTb di Indonesia. Faktor pelestarian kebudayaan antara lain Persentase Penduduk yang Menonton Pertunjukan/Pameran Seni (PPMPS), Persentase Penduduk yang Menggunakan Bahasa Daerah (PPMBD), dan Persentase Rumah Tangga yang Menggunakan Produk Tradisional (PRTMPT) [2].

Untuk menangani permasalahan di atas, diperlukan pendekatan matematis berupa analisis regresi untuk melihat pengaruh faktor pelestarian budaya terhadap data penetapan WBTb di setiap provinsi. Namun, regresi biasa kurang tepat untuk data spasial karena mengandung ketergantungan dan heterogenitas spasial. Apabila regresi tersebut dilakukan dapat menyebabkan taksiran parameter menjadi bias, tidak konsisten, dan tidak efisien [3]. Oleh karena itu, solusi yang lebih tepat adalah menggunakan analisis regresi spasial. Analisis regresi spasial merupakan analisis regresi yang digunakan untuk memodelkan data yang berfokus pada ruang atau lokasi (wilayah) [4]. Salah satu model analisis regresi spasial adalah *Geographically Weighted Regression* (GWR). GWR mampu mengatasi heterogenitas spasial dengan menghasilkan nilai parameter yang bervariasi berdasarkan lokasi pengamatan [5].

Dalam penelitian-penelitian sebelumnya, fokus objek terbatas pada satu atau beberapa provinsi [6][7][8][9]. Selain itu, terdapat perbedaan dalam pendekatan analisis regresi spasial pada data penetapan WBTb menggunakan pendekatan ketergantungan spasial [8][9]. Khususnya dalam penggunaan pendekatan ketergantungan spasial yang hanya melibatkan satu variabel independen [8]. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan karena mengadopsi pendekatan spasial yang berbeda yaitu keragaman spasial menggunakan model GWR pada data penetapan WBTb di Indonesia. Model GWR tersebut menggunakan pembobot spasial *Fix Gaussian Kernel*, *Fix Bisquare Kernel*, dan *Fix Tricube Kernel* yang ditaksir menggunakan metode *Weighted Least Square*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan faktor pelestarian kebudayaan (PPMPS, PPBD, dan PRTMPT) yang diduga berpengaruh terhadap data penetapan WBTb di Indonesia, yang kemudian dibandingkan untuk memperoleh model terbaik. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada instansi terkait yakni Dinas Pariwisata, Kebudayaan, Pemuda dan Olahraga (Disparbudpora) mengenai

faktor-faktor pelestarian kebudayaan yang berpengaruh terhadap data penetapan WBTb di Indonesia

### Metode

Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah kajian model GWR dengan fungsi *Fix Gaussian Kernel*, *Fix Bisquare Kernel*, dan *Fix Tricube Kernel* yang didukung dengan data sekunder yaitu data penetapan WBTb di Indonesia pada tahun 2013 sampai tahun 2021 yang diperoleh melalui *website* Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Riset dan Teknologi [1]. Variabel yang diambil dari data tersebut digunakan sebagai variabel dependen yang terdiri dari lima kategori, yaitu AIMRP ( $Y_{AIMRP}$ ), KKT ( $Y_{KKT}$ ), PKPMAS ( $Y_{PKPMAS}$ ), SP ( $Y_{SP}$ ), dan TEL ( $Y_{TEL}$ ). Selain itu, penelitian ini juga menggunakan data faktor pelestarian kebudayaan yang terdapat pada statistik sosial budaya BPS tahun 2021 [2]. PPMPS ( $X_1$ ), PPBD ( $X_2$ ), dan PRTMPT ( $X_3$ ) merupakan tiga variabel dari data tersebut yang digunakan sebagai variabel independen. Penelitian ini juga menggunakan variabel geografis yaitu garis lintang atau *latitude* ( $u_i$ ) dan garis bujur atau *longitude* ( $v_i$ ) untuk 34 provinsi di Indonesia [10].

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Model *Geographically Weighted Regression* (GWR). Model GWR merupakan pengembangan dari model regresi dengan memperhatikan aspek heterogenitas spasial yang parameternya dihitung secara lokal pada setiap lokasi pengamatan sehingga nilai parameter regresinya memiliki nilai yang beragam [4]. Model GWR dapat ditulis sebagai berikut [3]:

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

dengan

- $y_i$  : nilai variabel dependen pada titik lokasi ke- $i$ ,
- $x_{ik}$  : nilai variabel independen ke- $k$  pada titik lokasi pengamatan ke- $i$ ,
- $u_i, v_i$  : koordinat titik lokasi pengamatan ke- $i$  (*longitude*, *latitude*),
- $\beta_k(u_i, v_i)$  : koefisien regresi ke- $k$  pada titik lokasi pengamatan ke- $i$ ,
- $\varepsilon_i$  : residual pada titik lokasi ke- $i$  yang diasumsikan independen, identik, dan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varians  $\sigma^2$ .

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini: (1) Pengumpulan data Pengambilan data penetapan WBTb di Indonesia sebagai variabel dependen, yaitu AIMRP, KKT, PKPMAS, SP, TEL, dan data PPMPS ( $X_1$ ), PPBD ( $X_2$ ) dan PRTMPT ( $X_3$ ) sebagai variabel independen, serta data garis bujur (*longitude*) sebagai  $u_i$  dan garis lintang (*latitude*) sebagai  $v_i$  setiap provinsi di Indonesia; (2) Melakukan pemeriksaan tipe data dan statistika deskriptif untuk dapat mendeskripsikan data penetapan WBTb di Indonesia beserta faktor yang diduga mempengaruhinya; (3) Melakukan pemeriksaan multikolinearitas antar variabel independen dengan menggunakan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF). Rumus VIF dinyatakan sebagai berikut [11]:

$$VIF_k = \frac{1}{1 - R_k^2}, \quad (2)$$

dengan  $R_k^2$  adalah koefisien determinasi antara variabel independen ke- $k$  dengan variabel independen lainnya. Jika nilai VIF setiap variabel independen ke- $k$  kurang dari atau sama dengan sepuluh, maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada multikolinearitas dalam model regresi; (4) Melakukan pengujian heterogenitas spasial dengan uji Breusch-Pagan (BP). Heterogenitas spasial terjadi ketika variabel

independen menunjukkan respons yang berbeda di lokasi berbeda dalam suatu wilayah penelitian yang mencirikan ketidakstabilan varians residual pada model [12][13]. Hipotesis yang digunakan yaitu:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2$$

Statistik uji yang digunakan sebagai berikut:

$$BP = \frac{1}{2} \mathbf{f}^T \mathbf{A} (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{f}, \quad (3)$$

dengan  $\mathbf{A}$  merupakan matriks berukuran  $n \times (k + 1)$  berisi vektor normal standar untuk setiap pengamatan,  $\mathbf{f}$  merupakan sebuah vektor dimana  $f_i = \left( \frac{e_i^2}{\hat{\sigma}^2} - 1 \right)$ ;  $i = 1, 2, \dots, n$ , dengan  $e_i = y_i - \hat{y}_i$  adalah residual untuk pengamatan ke-  $i$  dan  $\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-k}$  adalah variansi dari  $e_i$ . Kriteria keputusan, yaitu  $H_0$  ditolak jika  $BP > \chi_k^2$   $p\text{-value} < a$ . Apabila hasilnya menunjukkan adanya heterogenitas spasial maka pemodelan GWR dapat dilakukan;

(5) Melakukan pemodelan model GWR:

a. Menentukan jarak *Euclidean* antar provinsi menggunakan persamaan berikut:

$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}, \quad (4)$$

dengan  $d_{ij}$  adalah jarak *Euclidean* antara titik provinsi ke- $i$  dengan titik provinsi ke- $j$  dalam bentuk matriks dan satuannya diubah dalam satuan kilometer dengan mengalikan setiap elemen matriks  $d_{ij}$  dengan 111,319 km [14].

b. Menentukan nilai *bandwidth* terbaik, dimana *bandwidth* merupakan parameter penghalusan dimana nilai *bandwidth* yang terlalu besar dapat mengakibatkan model terlalu halus sehingga menghasilkan parameter dengan nilai yang mirip di seluruh wilayah, sementara model yang kurang halus dapat menyebabkan variasi lokal yang tinggi. *Bandwidth* terbaik adalah *bandwidth* yang menciptakan keseimbangan yang baik di antara keduanya. Penentuan *bandwidth* menggunakan teknik *Golden Section Search* yaitu melakukan percobaan untuk beberapa nilai *bandwidth* pada interval tertentu hingga mendapatkan *bandwidth* terbaik. Penentuan *bandwidth* terbaik dilihat dari nilai *Cross Validation* yang paling kecil. Rumus CV dinyatakan sebagai berikut [5].

$$CV = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(h))^2, \quad (5)$$

dengan  $\hat{y}_{\neq i}(h)$  adalah nilai taksiran untuk  $y_i$  tanpa menggabungkan observasi titik  $i$  pada proses penaksiran parameter model GWR. *Bandwidth* yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis *fixed bandwidth*, artinya satu *bandwidth* digunakan untuk seluruh lokasi pengamatan.

c. Menentukan pembobot spasial setiap provinsi dengan mensubstitusikan nilai jarak *Euclidean* ( $d_{ij}$ ) dan *bandwidth* terbaik ke dalam fungsi *Fixed Gaussian Kernel*, *Fixed Bisquare Kernel*, dan *Fixed Tricube Kernel* yang ditunjukkan pada persamaan (6) persamaan (7) dan persamaan (8) [15].

$$w_{ij} = \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{d_{ij}}{h} \right)^2 \right], \quad (6)$$

$$w_{ij} = \begin{cases} \left[ 1 - \left( \frac{d_{ij}}{h} \right)^2 \right]^2, & \text{untuk } d_{ij} < h, \\ 0, & \text{lainnya.} \end{cases} \quad (7)$$

$$w_{ij} = \begin{cases} \left[ 1 - \left( \frac{d_{ij}}{h} \right)^3 \right]^3, & \text{untuk } d_{ij} < b, \\ 0, & \text{lainnya.} \end{cases} \quad (8)$$

- d. Melakukan penaksiran parameter model GWR dengan metode *Weighted Least Square* (WLS) [5]. Metode ini adalah modifikasi dari metode Ordinary Least Square (OLS), yang mana jika OLS hanya fokus untuk meminimumkan jumlah kuadrat residual [16]. Sementara WLS menambahkan bobot didalamnya. Penaksiran parameter model GWR untuk setiap provinsi ditunjukkan persamaan (9):

$$\hat{\beta}_l = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}_l \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}_l \mathbf{y}, \quad (9)$$

dengan  $\beta_l = \begin{pmatrix} \beta_1(u_i, v_i) \\ \beta_2(u_i, v_i) \\ \vdots \\ \beta_p(u_i, v_i) \end{pmatrix}$  dan  $\mathbf{W}_l = \text{diag}(w_1(u_i, v_i), w_2(u_i, v_i), \dots, w_n(u_i, v_i))$ .  $\mathbf{W}_l$  adalah

matriks diagonal dengan ukuran  $n \times n$  yang merupakan matriks pembobot spasial ke- $i$  yang elemen diagonalnya ditentukan oleh kedekatan provinsi ke- $i$  dengan provinsi lain;

- (6) Menguji signifikansi parameter model GWR secara parsial menggunakan uji  $t$ . Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui parameter mana saja yang secara signifikan mempengaruhi variabel dependen [17]. Hipotesis yang uji yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

$$H_1: \beta_k(u_i, v_i) \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{\hat{\sigma} \sqrt{c_{kk}}}, \quad (10)$$

dengan  $\hat{\beta}_k(u_i, v_i)$  adalah nilai taksiran parameter pada lokasi  $(u_i, v_i)$ ,  $c_{kk}$  adalah elemen diagonal ke- $k$  dari matriks  $\mathbf{C}\mathbf{C}^T$  yang mana  $\mathbf{C} = [\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}]^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i)$  dan  $\hat{\sigma}$  didapat dari  $\frac{\mathbf{y}^T (\mathbf{I} - \mathbf{L})^T (\mathbf{I} - \mathbf{L}) \mathbf{y}}{\text{tr}([\mathbf{I} - \mathbf{L}]^T [\mathbf{I} - \mathbf{L}])}$ , dimana  $\mathbf{I}$  merupakan matriks identitas berukuran  $n \times n$  serta  $\mathbf{L}$  merupakan matriks proyeksi dari model GWR, berikut adalah matriks proyeksinya:

$$\mathbf{L} = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1^T [\mathbf{X}^T \mathbf{W}_l \mathbf{X}]^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}_l \\ \mathbf{x}_2^T [\mathbf{X}^T \mathbf{W}_l \mathbf{X}]^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}_l \\ \vdots \\ \mathbf{x}_n^T [\mathbf{X}^T \mathbf{W}_l \mathbf{X}]^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}_l \end{bmatrix}$$

Kriteria pengambilan keputusan adalah tolak  $H_0$  ketika  $t_{hitung} > t_{tabel} \left( \frac{\alpha}{2}; n - p - 1 \right)$  atau  $t_{hitung} < -t_{tabel} \left( \frac{\alpha}{2}; n - p - 1 \right)$ ;

- (7) Mengevaluasi model terbaik berdasarkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) terbesar [18]. Evaluasi menggunakan persamaan (11) [19]:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad (11)$$

dengan  $y_i$  adalah nilai suatu pengamatan pada lokasi ke- $i$  dan  $\hat{y}_i$  adalah nilai taksiran  $y_i$ ; (8) Mendapatkan model taksiran GWR untuk data penetapan WBtb di Indonesia beserta faktor pelestarian kebudayaan yang mempengaruhinya; (9) Membuat kesimpulan.

### Hasil dan Diskusi

Langkah awal penelitian adalah memeriksa tipe data dan statistika deskriptif data penetapan WBtb di Indonesia serta data faktor pelestarian kebudayaan yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Statistika deskriptif data penetapan WBtb dan data PPMPS, PPBD, PRTMPT di Indonesia

	AIMRP	KKT	PKPMAS	SP	TEL	PPMPS(%)	PPBD(%)	PRTMPT(%)
Minimum	3,00	1,00	0,00	1,00	0,00	31,29	6,56	28,70
Mean	14,29	12,59	2,27	14,71	6,50	67,59	70,80	62,77
Maksimum	42,00	37,00	37,00	56,00	21,00	81,12	96,52	90,05
Varians	107,729	80,613	3,473	177,062	29,106	108,293	667,951	207,914

Tabel 1 menunjukkan perbedaan mean antara data penetapan WBtb dan data faktor pelestarian kebudayaan dalam persentase, mengindikasikan variasi nilai-nilai dalam data penelitian. Variasi besar antara nilai-nilai juga menyebabkan tingginya varians, terutama pada variabel AIMRP, KKT, SP, PPMPS, PPBD, dan PRTMPT. Hal ini mencerminkan variasi yang signifikan di antara 34 provinsi di Indonesia terkait dengan upacara adat, seni pertunjukan, kerajinan tradisional, penggunaan bahasa daerah, dan penggunaan produk tradisional. Tingginya varians juga menunjukkan adanya ketidakseragaman distribusi data di seluruh provinsi. Selain itu, varians yang tinggi juga memperlihatkan distribusi data yang tidak merata, artinya beberapa provinsi memiliki tingkat yang sangat tinggi atau rendah dari variabel tersebut.

Pemeriksaan multikolinearitas dilakukan dengan menghitung nilai VIF berdasarkan persamaan (2). Perhitungan dilakukan menggunakan *software* R Studio. Hasil nilai VIF ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai VIF PPMPS, PPBD, PRTMPT

Variabel Independen	Nilai VIF
PPMPS ( $X_1$ )	1,15
PPBD ( $X_2$ )	1,17
PRTMPT ( $X_3$ )	1,26

Data yang tersaji pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa hasil nilai VIF setiap variabel independen memiliki nilai VIF yang kurang dari sepuluh yang berarti tidak terdapat multikolinearitas antar variabel independen. Hal ini disebabkan karena korelasi antar variabel independen yang kecil. Oleh karena itu, seluruh variabel independen dapat digunakan untuk pengolahan data selanjutnya.

Hasil pengujian heterogenitas spasial untuk variabel dependen data penetapan WBtb di Indonesia menggunakan nilai Breusch-Pagan (BP) dengan persamaan (3) yaitu dengan taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  dan nilai  $\chi^2_{k=3} = 7,815$ , ditunjukkan dalam Tabel 3. Dalam Tabel 3 ditunjukkan nilai BP  $> \chi^2_{k=3} = 7,815$  untuk kategori SP dan TEL, sehingga  $H_0$  ditolak yang artinya terdapat

heterogenitas spasial antar provinsi kategori SP dan TEL antar provinsi tertentu di Indonesia. Nilai  $BP < \chi_{k=3}^2 = 7,815$  untuk kategori AIMRP, KKT, dan PKPMAS, sehingga  $H_0$  diterima yang artinya tidak terdapat heterogenitas spasial antar provinsi kategori AIMRP, KKT, dan PKPMAS antar provinsi tertentu di Indonesia. Oleh karena itu, pemodelan GWR hanya dapat dilakukan untuk kedua variabel dependen yang memiliki heterogenitas spasial, yaitu SP dan TEL.

**Tabel 3.** Pengujian heterogenitas spasial menggunakan nilai BP pada data penetapan WBTb di Indonesia

Variabel Dependen	Nilai BP	<i>p-value</i>	$H_0$
AIMRP	4,331	0,228	Tidak ditolak
KKT	5,353	0,148	Tidak ditolak
PKPMAS	2,126	0,547	Tidak ditolak
SP	11,795	0,008	Ditolak
TEL	10,703	0,013	Ditolak

Langkah selanjutnya adalah melakukan pemodelan GWR pada data penetapan WBTb di Indonesia untuk kategori SP dan TEL. Langkah pertama adalah dengan menghitung jarak *Euclidean* dengan persamaan (4) berdasarkan koordinat *latitude* dan *longitude* setiap provinsi di Indonesia yang satuannya sudah dikonversi dalam bentuk kilometer. Selanjutnya adalah melakukan pemilihan dan penentuan *bandwidth* terbaik dengan persamaan (5) yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** *Bandwidth* dan nilai CV minimum

Variabel Dependen	Fungsi Kernel	<i>Bandwidth</i>	Nilai CV Minimum
SP	<i>Gaussian</i>	498,206	3.890,997
	<i>Bisquare</i>	2.147,781	5.134,822
	<i>Tricube</i>	2.208,922	5.305,366
TEL	<i>Gaussian</i>	2.380,525	1.157,891
	<i>Bisquare</i>	5.251,748	1.159,135
	<i>Tricube</i>	5.066,623	1.160,779

Tabel 4 memperlihatkan bahwa *bandwidth* dan nilai CV minimum untuk masing-masing variabel dependen dan fungsi kernel. Nilai *bandwidth* terbaik dan matriks jarak *Euclidean* yang sudah diperoleh, selanjutnya disubstitusi ke fungsi kernel *Fix Gaussian Kernel*, *Fix Bisquare Kernel*, *Fix Tricube Kernel* menggunakan persamaan (6) hingga persamaan (8). Hal ini mengakibatkan matriks pembobot spasial memiliki nilai yang berbeda-beda.

Matriks pembobot yang dihasilkan digunakan untuk menaksir parameter model GWR melalui metode WLS menggunakan persamaan (9). Hasil taksiran parameter model GWR mencakup intersep dan koefisien regresi untuk setiap provinsi. Tanda koefisien regresi menunjukkan arah hubungan antara data penetapan WBTb di Indonesia (kategori SP dan TEL) sebagai variabel dependen dengan data faktor pelestarian kebudayaan (PPMPS, PPBD, PRTMPT) sebagai variabel independen. Tanda positif mengindikasikan hubungan positif, sementara tanda negatif mengindikasikan hubungan negatif. Namun, tanda itu sendiri tidak menjamin signifikansi statistik dari pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen.

Selanjutnya, untuk melihat parameter mana saja yang berpengaruh secara signifikan dilakukan pengujian signifikansi parameter model GWR secara parsial menggunakan uji *t*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan persamaan (10) dengan nilai  $t_{tabel(0,025;30)} = 2,042$ . Jika nilai  $t_{hitung} > t_{tabel}$

atau  $t_{hitung} < -t_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor pelestarian kebudayaan terhadap variabel dependen, yaitu data penetapan WBTb di Indonesia untuk kategori SP atau TEL.

Setelah dilakukan pengujian signifikansi parameter model GWR pada semua provinsi didapatkan 3 kelompok provinsi yang ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

**Tabel 5.** Kelompok variabel independen yang signifikan pada kategori SP

Fungsi Pembobot	Kelompok	Variabel independen yang signifikan	Provinsi
<i>Fix Gaussian Kernel</i>	1	$X_1, X_3$	Bali, DI Yogyakarta, Jawa Tengah, Jawa Timur, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah
	2	$X_3$	Banten, DKI Jakarta, Jawa Barat, Kalimantan Barat, Kep. Bangka Belitung, Lampung, Nusa Tenggara Barat, Sumatera Selatan
	3	Tidak ada	Aceh, Bengkulu, Gorontalo, Jambi, Kalimantan Utara, Kep. Riau, Maluku, Maluku Utara, Nusa Tenggara Timur, Papua, Papua Barat, Riau, Sulawesi Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Utara, Sumatera Barat, Sumatera Utara
<i>Fix Bisquare Kernel</i>	2	$X_3$	Bali, Banten, Bengkulu, DI Yogyakarta, DKI Jakarta, Jambi, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, Lampung, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sumatera Selatan
	3	Tidak ada	Aceh, Gorontalo, Maluku, Maluku Utara, Nusa Tenggara Timur, Papua, Papua Barat, Riau, Sulawesi Utara, Sumatera Barat, Sumatera Utara
<i>Fix Tricube Kernel</i>	2	$X_3$	Bali, Banten, Bengkulu, DI Yogyakarta, DKI Jakarta, Jambi, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, Lampung, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Riau, Sulawesi Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sumatera Selatan, Sumatera Barat
	3	Tidak ada	Aceh, Gorontalo, Maluku, Maluku Utara, Papua, Papua Barat, Sulawesi Utara, Sumatera Utara

Tabel 5 menunjukkan tiga kelompok provinsi. Kelompok 1 adalah provinsi dimana jumlah SP di suatu provinsi dipengaruhi secara signifikan oleh variabel PPMPS dan PRTMPT. Kelompok 2 adalah provinsi dimana jumlah SP di suatu provinsi dipengaruhi secara signifikan oleh variabel PRTMPT. Kelompok 3 adalah provinsi dimana tidak ada variabel independen yang signifikan mempengaruhi jumlah SP. Hal



ini dapat terjadi karena pada kelompok provinsi tersebut jumlah SP dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak terdapat pada penelitian ini.

**Tabel 6.** Kelompok variabel independen yang signifikan pada kategori TEL

Fungsi pembobot	Variabel independen yang signifikan	Provinsi
<i>Fix Gaussian Kernel, Fix Bisquare Kernel, Fix Tricube Kernel</i>	Tidak ada	Bali, Banten, Bengkulu, DI Yogyakarta, DKI Jakarta, Jambi, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, Lampung, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Riau, Sulawesi Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sumatera Selatan, Sumatera Barat, Aceh, Gorontalo, Maluku, Maluku Utara, Papua, Papua Barat, Sulawesi Utara, Sumatera Utara.

Tabel 6 menunjukkan bahwa tidak ada variabel independen yang signifikan mempengaruhi jumlah TEL di 34 provinsi. Hal ini terjadi seperti kelompok 3 pada kategori SP. Langkah berikutnya adalah melakukan evaluasi model GWR terbaik dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) menggunakan persamaan (11). Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Evaluasi model GWR

Variabel Dependen	Fungsi Pembobot	$R^2$
SP	<i>Fix Gaussian Kernel</i>	0,706
	<i>Fix Bisquare Kernel</i>	0,532
	<i>Fix Tricube Kernel</i>	0,498
TEL	<i>Fix Gaussian Kernel</i>	0,196
	<i>Fix Bisquare Kernel</i>	0,193
	<i>Fix Tricube Kernel</i>	0,174

Tabel 7 menunjukkan bahwa model GWR terbaik berdasarkan nilai  $R^2$  maksimum adalah model GWR kategori SP dengan fungsi pembobot *Fix Gaussian Kernel* sebesar 0,706.

### Kesimpulan

Penerapan model GWR dengan fungsi pembobot *Fix Gaussian Kernel*, *Fix Bisquare Kernel*, dan *Fix Tricube Kernel* pada data penetapan WBTb di Indonesia, kategori SP dan TEL, menghasilkan taksiran parameter yang berbeda untuk setiap provinsi. Pada kategori SP, fungsi pembobot *Fix Gaussian Kernel* menunjukkan bahwa PPMPS, baik secara individu maupun simultan dengan PRTMPT, berpengaruh secara signifikan. Sementara pada kategori TEL, tidak ada variabel independen yang berpengaruh signifikan. Perbandingan model GWR menunjukkan bahwa fungsi pembobot *Fix Gaussian Kernel* memberikan hasil terbaik dengan nilai  $R^2$  maksimum pada kategori SP dibandingkan dengan fungsi pembobot lainnya dalam penelitian ini. Dari hasil penelitian ini, Disparbudpora dapat lebih memahami faktor pelestarian kebudayaan.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Padjadjaran yang telah memberikan dana untuk diseminasi hasil penelitian dosen dan mahasiswa melalui *Academic Leadership Grant* tahun 2023 dengan nomor kontrak: 1549/UN6.3.1/PT.00/2023 serta kepada reviewer yang telah membantu memberikan saran untuk melengkapi penulisan paper ini.

### Referensi

- [1] Kemdikbud, "Warisan Budaya Takbenda Indonesia", <https://warisanbudaya.Kemdikbud.go.id/?tentang&active=pengertian%20dan%20domain%20warisan%20budaya%20takbenda> (diakses 28 Mei 2023).
- [2] BPS, "Statistik Sosial Budaya 2021", <https://www.bps.go.id/id/publication/2022/06/30/6a2dabc16d556ab9d075f918/statistik-sosial-budaya-2021.html> (diakses 28 Mei 2023).
- [3] M. Jaya, B. Ruchjana, B. Tantular, Z. Hanif, dan Y. Andriyana, "Simulation and Application of The Spatial Autoregressive Geographically Weighted Regression Model (SAR-GWR)", *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13:377-385, 2018
- [4] A. Tumanggor dan E. Simamora, "Pemodelan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia Di Sumatera Utara Menggunakan Regresi Spasial", *Jurnal Riset Rumpun Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(2): 01-16, 2023
- [5] A.S. Fotheringham, C. Brunson, dan M. Charlton, "Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships", John Wiley & Sons, New Jersey, 2002, pp. 27-213
- [6] N. Sunusi, dan A. Subarkah, "Geographically Weighted Regression With Different Kernels: Application To Model Poverty", *Indonesian Journal of Applied Research (IJAR)*, 4(1):27-41, 2023
- [7] S.H. Daulay dan E. Simamora, "Pemodelan Faktor-Faktor Penyebab Kemiskinan Di Provinsi Sumatera Utara Menggunakan Metode Geographically Weighted Regression (GWR)", *Jurnal Riset Rumpun Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(1):47-60, 2023
- [8] A. Tsanawafa, D.A. Kusuma, dan B.N. Ruchjana, "Model Spatial Autoregressive Exogenous pada Data Penetapan Warisan Budaya Takbenda di Pulau Jawa", *Jurnal Matematika Integratif*, 19(2):137-147, 2023
- [9] T. Salsabil, D.A. Kusuma, dan B.N. Ruchjana, "Penerapan Perangkat Lunak RStudio untuk Penaksiran Parameter Model Spatial Autoregressive", *KUBIK: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika*, 8(1):50-64, 2023
- [10] Simplemaps, "Indonesia Cities Database", <https://simplemaps.com/data/id-cities> (diakses 28 Mei 2023) (diakses 28 Mei 2023).
- [11] A. Rahman, N. Gusriani, dan D.A. Kusuma, "Pemetaan Zonasi Resiko Covid-19 di Provinsi Jawa Barat Menggunakan Model Geographically Weighted Ordinal Logistic Regression (GWOLR)", *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 7(1):193-204, 2022
- [12] C. Chasco, J. Le Gallo, dan F.A. López, "A scan test for spatial groupwise heteroscedasticity in cross-sectional models with an application on houses prices in Madrid", *Regional Science and Urban Economics*, 68:226-238, 2018
- [13] L. Anselin, "Spatial Econometrics: Methods and Models", Springer Dordrecht, New York, 1988, p. 70
- [14] E. Maria, E. Budiman, dan M. Taruk, "Measure distance locating nearest public facilities using Haversine and Euclidean Methods", *Journal of Physics: Conference Series*, 1450(1):012080, 2020
- [15] U. Safitri dan L. Amaliana, "Model Geographically Weighted Regression dengan Fungsi Pembobot Adaptive dan Fixed Kernel pada Kasus Kematian Ibu di Jawa Timur", *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, 5(2):208-220, 2021

- [16] D.F. Durrah, R. Cahyandari, dan A.S. Awalluddin, "Model regresi data panel terbaik untuk faktor penentu laba neto perusahaan asuransi umum Syariah di Indonesia", KUBIK: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika, 5(1):28-34, 2020
- [17] A. Andriyati dan E. Rohaeti, "Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ketahanan Hidup Pasien Tuberculosis dengan Model Regresi Cox (Studi kasus : Rumah Sakit Paru Bogor)", KUBIK: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika 4(1): 140-148, 2019
- [18] Y.D. Pratiwi, S. Mariani, dan P. Hendikawati, "Pemodelan Regresi Spasial Menggunakan Geographically Weighted Regression Dengan Pembobot Fixed Kernel Gaussian Dan Adaptive Kernel Bisquare", Unnes Journal of Mathematics, 8(2): 32-41, 2019
- [19] R. Hadianitini dan A.N. Retnowati, "Analisis Faktor yang Mempengaruhi Risiko Gagal Bayar Debitur pada Lembaga Keuangan Mikro Menggunakan Regresi Logistik dan Ant Colony Optimization (ACO)", KUBIK: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika, 7(1):49-60, 2022