

Implementasi *Geographically Weighted Regression* (GWR) pada Tingkat Pengangguran Terbuka di Pulau Jawa Tahun 2021

Abstrak

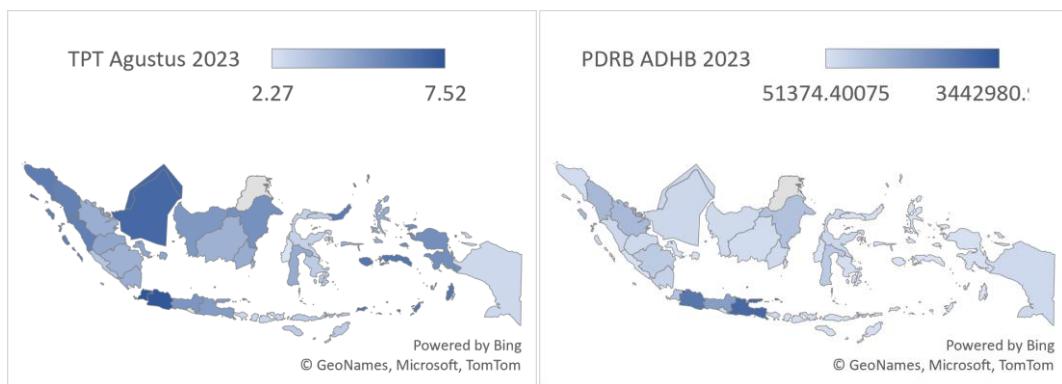
Pengangguran merupakan masalah yang sering terjadi di negara berkembang seperti Indonesia. Meskipun pulau Jawa menjadi pusat perekonomian di Indonesia, TPT provinsi Banten, Jawa Barat, dan DKI Jakarta menduduki peringkat tertinggi di atas TPT nasional tahun 2023. Oleh karenanya, dilakukan analisis deskriptif dan analisis inferensia di tingkat kabupaten/kota di pulau Jawa. Dengan memanfaatkan *geographically weighted regression* (GWR), analisis TPT dapat mempertimbangkan efek spasial. Hasil menunjukkan GWR memiliki kinerja lebih baik dibandingkan model global untuk pemodelan TPT. Terdapat dua kategori wilayah berdasarkan variabel yang signifikan. Variabel sanitasi layak dan umur harapan hidup menjadi variabel yang signifikan di seluruh kabupaten/kota di pulau Jawa. Sementara itu, terdapat 10 kabupaten/kota yang variabel pengeluaran per kapita per bulan memengaruhi TPT secara signifikan. Namun, variabel rata-rata lama sekolah tidak signifikan di seluruh kabupaten/kota di pulau Jawa terhadap TPT.

Kata kunci: GWR, Pulau Jawa, Pengangguran, Spasial, TPT

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pengangguran menjadi suatu masalah yang sering terjadi di negara berkembang seperti Indonesia. Pengangguran merupakan masalah yang berdampak pada bidang politik, sosial, dan ekonomi. Menurut Badan Pusat Statistik, tingkat pengangguran terbuka di Indonesia pada bulan Agustus 2023 sebesar 5,23%. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia masih tak terlepas dari masalah pengangguran.



Gambar 1. Peta persebaran TPT Agustus 2023 (Kiri) dan PDRB ADHB 2023 (Kanan)

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai Produk Domestik Regional Bruto atas dasar harga berlaku tahun 2023 di pulau Jawa sangat besar dibandingkan pulau lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pulau Jawa menjadi pusat perekonomian Indonesia dibandingkan



dengan pulau-pulau lainnya. Namun, gambar 1 juga menunjukkan adanya tingkat pengangguran yang tinggi di pulau Jawa. Menurut data BPS pada bulan Agustus 2024, provinsi Banten, Jawa Barat, dan DKI Jakarta menduduki posisi pertama, kedua, dan keempat TPT tertinggi di Indonesia dan lebih tinggi dari TPT nasional (BPS, 2023).

Dalam menganalisis TPT, perlu dipertimbangkan efek kewilayahan karena setiap wilayah memiliki karakteristik yang berbeda-beda yang dapat memengaruhi TPT wilayah yang dikenal dengan efek spasial. Jika efek spasial dalam diabaikan, maka pemodelan regresi yang dihasilkan akan memiliki estimasi parameter yang bias dan tidak efisien (Anselin, 1998). Salah satu metode statistik yang umum digunakan untuk mempertimbangkan efek spasial adalah *geographically weighted regression* (GWR) (Fotheringham *et al.*, 2002).

Model GWR mempertimbangkan hubungan variabel respons dan variabel bebas yang bervariasi antarlokasi sehingga estimasi setiap hubungan dalam model tersebut bukan berupa rata-rata global pada seperti pada regresi linier berganda biasa. Model GWE pada suatu lokasi didapatkan dengan menggunakan data lokasi yang berdekatan dan dibobot berdasarkan jarak setiap lokasi yang berdekatan tersebut dari titik regresi. Dengan menerapkan model GWR pada pemodelan TPT akan dihasilkan koefisien regresi yang berbeda-beda di setiap wilayah sehingga dapat dilakukan analisis yang lebih komprehensif yang dapat dimanfaatkan oleh pemangku kebijakan di setiap wilayah.

Terdapat faktor yang secara spesifik memengaruhi tingkat pengangguran, seperti struktur umur penduduk, tingkat partisipasi angkatan kerja, angka migrasi neto, angka *commuting* neto, tingkat upah, pertumbuhan lapangan kerja, produk regional bruto, pertumbuhan industri di suatu wilayah, tingkat pendidikan, dan *lag* tingkat pengangguran menurut ruang dan waktu (Elhorst, 2000). Penelitian sebelumnya telah dilakukan pada studi kasus Kota Kendari tahun 2010-2021, menunjukkan bahwa TPT dipengaruhi secara signifikan oleh rata-rata lama sekolah (RLS) (Mustakim *et al.*, 2022). Penelitian ini sejalan dengan temuan yang menunjukkan pentingnya peningkatan kualitas sumber daya manusia melalui RLS untuk mengurangi tingkat pengangguran terbuka (Johar, 2023).

Selain itu, pernah diteliti bahwa PDB per kapita berpengaruh negatif signifikan terhadap TPT (Elia, 2023). Inflasi, upah minimum dan angka harapan hidup berpengaruh bersama-sama secara signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka di Kabupaten/Kota, Provinsi Banten tahun 2008-2020 (Putri, 2023). Kemudian,



Infrastruktur Jalan, Sanitasi, Indeks Pembangunan TIK dan Pengangguran berpengaruh signifikan terhadap Kemiskinan di Kawasan Timur Indonesia (Kamilia, 2022).

Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui gambaran terkait TPT di pulau Jawa tahun 2023. Selain itu, penelitian juga bertujuan menganalisis faktor yang memengaruhi TPT di pulau Jawa tahun 2023 dengan mempertimbangkan efek spasial.

METODOLOGI PENELITIAN

Data

Penelitian ini menggunakan data tahun 2023 di pulau Jawa yang bersumber dari panitia *National Statistics Competition* (NSC) Satria Data 2024. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel yang Digunakan

Variabel	Keterangan	Skala	Satuan
Y	Tingkat Pengangguran Terbuka	Interval	Persen
X_1	Sanitasi Layak	Interval	Persen
X_2	Persentase Penduduk Miskin	Interval	Persen
X_3	Rata-rata Lama Sekolah	Interval	Tahun
X_4	Pengeluaran per Kapita per Bulan	Interval	Rupiah
X_5	Usia Harapan Hidup	Interval	Tahun

Analisis Data

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis deskriptif dan analisis inferensia. Analisis deskriptif dilakukan untuk memberi gambaran terkait Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di pulau Jawa tahun 2023. Kemudian, analisis inferensia dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel-variabel independen terhadap TPT di pulau Jawa dengan tahapan pendekripsi multikolinieritas, pemodelan regresi linier berganda dengan metode OLS (global), pengujian asumsi dan pendekripsi heterogenitas spasial, penentuan matriks pembobot, pemodelan regresi GWR, uji signifikansi serta estimasi dan interpretasi parameter lokal GWR. Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan bantuan software Rstudio dan QGIS.



Heterogenitas Spasial

Heterogenitas spasial merupakan aspek penting yang harus diperhatikan dalam analisis data spasial. Heterogenitas spasial terjadi karena perbedaan kondisi geografis, sosial-budaya, dan faktor lainnya antara satu lokasi dengan lokasi lainnya. Pengujian heterogenitas spasial dapat dilakukan dengan menggunakan uji Breusch-Pagan (Anselin, 1988). Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut.

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2 \text{ (tidak terdapat heterogenitas spasial)}$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 \text{ (terdapat heterogenitas spasial)}$$

dengan statistik uji yang digunakan sebagai berikut.

$$BP = \frac{1}{2} \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} \sim \chi_k^2 \quad (1)$$

di mana $\mathbf{f} = [F_1 \ F_2 \ \dots \ F_n]^T$ dan $\mathbf{Z} = [Z_1 \ Z_2 \ \dots \ Z_p]^T$ dengan elemen vektor \mathbf{f} adalah

$$f_i = \frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1 \quad (2)$$

di mana e_i^2 merupakan kuadrat residual untuk pengamatan ke- i dan σ^2 merupakan varians dari e_i^2 . Keputusan tolak H_0 saat $BP > \chi_{\alpha,k}^2$ atau $p-value < \alpha$ menunjukkan bahwa model terdapat heterogenitas spasial.

Geographically Weighted Regression (GWR)

Geographically Weighted Regression (GWR) merupakan pengembangan dari model regresi klasik untuk dapat mengakomodasi adanya masalah heterogenitas spasial. Estimasi parameter yang dihasilkan oleh model regresi klasik bersifat global. Sedangkan, dalam model GWR setiap titik wilayah yang diteliti akan mempunyai estimasi parameter masing-masing (lokal). Model GWR dapat dituliskan sebagai berikut (Bustaman & Usman, 2013).

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^{p-1} \beta_k(u_i, v_i) X_{ik} + \varepsilon_i \quad (3)$$

dengan

Y_i = nilai variabel respon pada titik lokasi pengamatan ke- i

X_{ik} = nilai variabel prediktor ke- k pada titik lokasi pengamatan ke- i

$\beta_0(u_i, v_i)$ = konstanta/*intercept* pada titik lokasi pengamatan ke- i

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

u_i, v_i = titik koordinat lokasi pengamatan ke- i

ε_i = *error* pada titik lokasi pengamatan ke- i yang diasumsi berdistribusi normal baku



p = banyaknya parameter

$i = 1, \dots, n$ (urutan pengamatan)

Estimasi parameter tidak hanya dipengaruhi oleh nilai variabel prediktor, tetapi juga oleh *bandwidth* yang digunakan dalam perhitungan penimbang (fungsi kernel). Fungsi kernel yang dipilih harus menghasilkan *bandwidth* optimal dengan memperhatikan nilai Akaike Information Criterion Corrected (AICc), Adjusted R-Squared (Adj R^2), dan Bayesian Information Criterion (BIC). Semakin kecil nilai AICc dan BIC yang dihasilkan oleh fungsi kernel, semakin baik penimbang yang dihasilkan. Sementara itu, semakin besar nilai Adj R^2 semakin baik penimbang yang dihasilkan. (Fotheringham et al., 2003).

$$AIC_c = 2n \ln(\hat{\sigma}) + n \ln(2\pi) + n \left(\frac{n+tr(S)}{n-2-tr(S)} \right) \quad (4)$$

$$Adj R^2 = 1 - (1 - R^2) \times \frac{n-1}{n-k-1} \quad (5)$$

$$BIC = -2 \ln(L) + k \ln(n) \quad (6)$$

dengan n merupakan total observasi, $\hat{\sigma}$ adalah standar deviasi dari error, $tr(S)$ menunjukkan *trace* dari *hat matrix*, L merupakan model likelihood, dan k adalah banyaknya parameter.

Uji Signifikansi Parameter

Signifikansi parameter diuji dengan hipotesis dan statistik uji sebagai berikut.

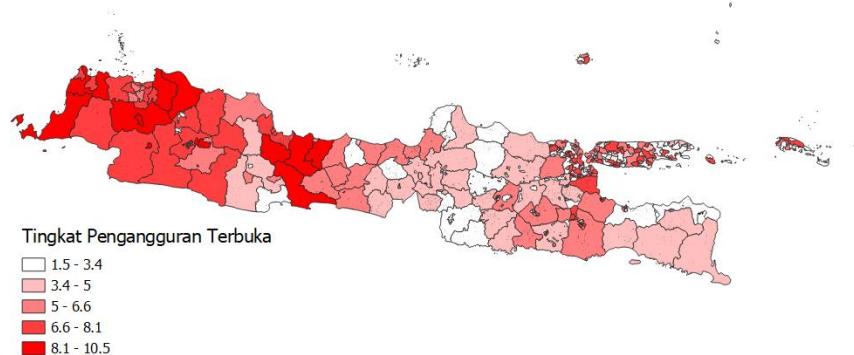
Tabel 2. Pengujian Signifikansi Parameter

Uji	H_0	H_1	Statistik Uji	Wilayah Kritis
Simultan	$\beta_k(u_i, v_i) = \beta_k$	minimal ada $\beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k, k = 1, \dots, p$	$F_{hit} = \frac{MS_{GWRImprovement}}{MS_{GWRResidual}}$	$F_{hit} > F_{\alpha; n-p-1; n-2tr(S)+tr(S'S)}$
Parsial	$\beta_k(u_i, v_i) = 0$	$\beta_k \neq 0, k = 1, \dots, p$	$t_{hit} = \frac{\widehat{\beta}_k(u_i, v_i)}{\widehat{\sigma} \sqrt{g_{kk}}}$	$ t_{hit} > t_{\frac{\alpha}{2}; n-p-1}$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Deskriptif

Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat keberagaman nilai Tingkat Pengangguran Terbuka di masing-masing wilayah di pulau Jawa. TPT cenderung tinggi pada kabupaten/kota di bagian barat pulau Jawa seperti Banten, DKI Jakarta, dan Jawa Barat. Provinsi lainnya seperti Jawa Tengah, DIY dan Jawa Timur cenderung memiliki TPT yang relatif lebih rendah. Keberagaman nilai di setiap wilayah ini, menunjukkan perlu adanya pertimbangan efek spasial.



Gambar 2. Peta sebaran TPT Bulan Agustus 2023 di Pulau Jawa

Analisis Inferensia

Analisis inferensia diawali dengan pembentukan model global dengan menggunakan regresi linier. Model ini tidak mempertimbangkan efek spasial ke dalam penghitungan parameternya sehingga hasil estimasi berlaku untuk seluruh kabupaten/kota. Sebelumnya, dilakukan pengecekan multikolinieritas pada data yaitu sebagai berikut.

Tabel 3. Pendekripsi Multikolinieritas dengan Nilai VIF

Variabel	Keterangan	VIF
X_1	Sanitasi Layak	1,379
X_2	Persentase Penduduk Miskin	2,317
X_3	Rata-rata Lama Sekolah	5,821
X_4	Pengeluaran per Kapita per Bulan	3,501
X_5	Usia Harapan Hidup	1,786

Tabel 3 menunjukkan bahwa tidak ada variabel prediktor yang memiliki nilai VIF lebih dari 10. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi gejala multikolinieritas dan variabel dapat digunakan dalam analisis pemodelan selanjutnya.

Model Global

Hasil estimasi parameter global pada Tabel 4 menunjukkan bahwa variabel rata-rata lama sekolah tidak signifikan berpengaruh terhadap tingkat pengangguran terbuka pada tingkat signifikansi 10%. Akan tetapi, variabel lainnya berpengaruh signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka.



Tabel 4. Estimasi Parameter Model Global (OLS)

Variabel	Keterangan	Estimasi	p-value
<i>intersep</i>	intersep	43,43	0,0084
X_1	Sanitasi Layak	-0,0034	0,0148
X_2	Persentase Penduduk Miskin	-0,3	0,0023
X_3	Rata-rata Lama Sekolah	-0,0444	0,8523
X_4	Pengeluaran per Kapita per Bulan	$1,170 \times 10^{-6}$	0,0450
X_5	Usia Harapan Hidup	-0,4589	0,0444

Selanjutnya dilakukan uji diagnostik model global dikarenakan signifikansi variabel-variabel tersebut tidak bermakna apabila tidak memenuhi asumsi-asumsi klasik. Hasil pengujian asumsi klasi terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Diagnostik Model Global

Asumsi	Uji	Hipotesis Nol	P-Value	Kesimpulan
Normalitas	Shapiro Wilk	Residual berdistribusi normal	0,541	Gagal tolak H_0 maka residual tidak berdistribusi normal
Homoskedastisitas	Breusch-Pagan	Tidak terdapat heterogenitas spasial	0,023	Tolak H_0 maka terdapat heterogenitas spasial

Pengujian diagnostik pada Tabel 5 menunjukkan bahwa model telah memnuhi asumsi normalitas residual. Namun, masih terdapat heterogenitas spasial. Hal ini mengindikasikan bahwa variabel prediktor memiliki pengaruh yang berbeda-beda terhadap tingkat pengangguran terbuka di masing-masing kabupaten/kota.

Model GWR

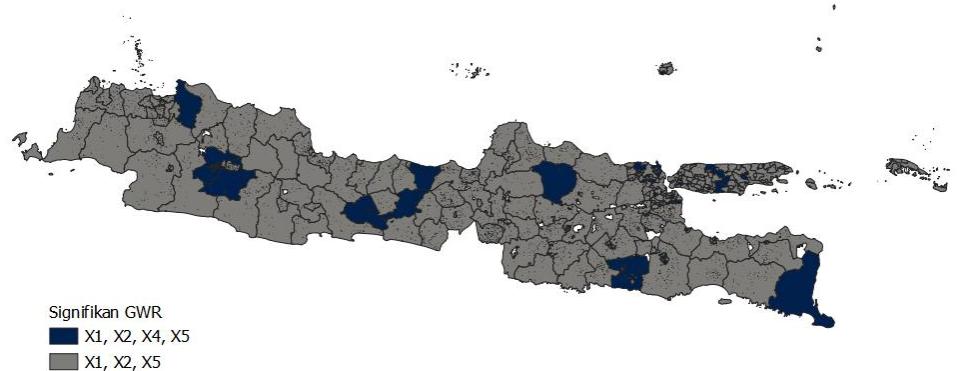
Tabel 6. Pemilihan Kernel

Kernel	Fixed Bandwidth	AICc	Adj R-Squared	BIC
<i>Fixed Gaussian</i>	1,607	427,74	0,4605	346,12
<i>Fixed Bisquare</i>	4,261	427,57	0,4588	343,71
<i>Adaptive Gaussian</i>	27	460,31	0,2316	359,77
<i>Adaptive Bisquare</i>	83	451,54	0,2294	360,02
<i>Fixed Exponential</i>	1,369	430,40	0,4600	358,53
<i>Adaptive Exponential</i>	27	447,10	0,2553	357,48

Sebelum dilakukan pemodelan dengan GWR, diperlukan matriks pembobot spasial. Matriks pembobot spasial dapat dibentuk menggunakan fungsi kernel *fixed bisquare*. Pemilihan kernel dilakukan berdasarkan Tabel 6 dengan melihat bahwa nilai AICc dan

BIC pada kernel *fixed bisquare* adalah nilai paling kecil dibandingkan kernel lain. Selain itu, nilai $\text{Adj } R^2$ juga relatif lebih tinggi dibandingkan ketiga kernel lainnya.

Sebelum menganalisis hasil model GWR, penting dilakukan perbandingan model global dengan GWR untuk memastikan bahwa model yang mempertimbangkan efek spasial dengan parameter berbeda di setiap kabupaten/kota lebih baik digunakan dibandingkan model global. Nilai AICc dan BIC untuk model global adalah berturut-turut 459,791 dan 398,099. Hasil ini menunjukkan bahwa AICc dan BIC untuk model GWR lebih kecil dibandingkan model global. Oleh karena itu, GWR lebih tepat digunakan dalam memodelkan tingkat pengangguran terbuka di pulau Jawa di Indonesia dengan memperhatikan efek spasial. Jika dibandingkan dengan nilai *adjusted r-squared*, model GWR dapat menjelaskan keberagaman TPT sebesar 45,88% sedangkan model global hanya sebesar 25,95%.



Gambar 3. Peta Persebaran Berdasarkan Variabel yang Signifikan

Gambar 3 menunjukkan persebaran jumlah variabel yang signifikan dari model GWR dengan taraf signifikansi 10%. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa semua kabupaten/kota memiliki pengaruh signifikan dari sanitasi layak (X1) dan umur harapan hidup (X5) terhadap TPT. Sementara itu, terdapat kabupaten yang memiliki pengaruh signifikan dari pengeluaran per kapita per bulan terhadap TPT yaitu Kabupaten Bandung, Bandung Barat, Batang, Bekasi, Blitar, Blora, Bangkalan, Banjarnegara, Banyumas, dan Banyuwangi. Kemudian, dapat dilihat bahwa seluruh kabupaten/kota tidak memiliki pengaruh signifikan dari RLS TPT. Hasil ini menarik karena didapatkan bahwa di seluruh kabupaten/kota di pulau Jawa, pengangguran tidak signifikan dipengaruhi oleh rata-rata lamanya menempuh pendidikan.



KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa TPT di pulau Jawa masih cenderung tinggi di daerah barat. Kemudian, pemodelan regresi linier belum mampu menjelaskan heterogenitas dari karakteristik TPT di masing-masing kabupaten/kota di pulau Jawa. Oleh karenanya, digunakan pemodelan GWR yang telah mempertimbangkan efek spasial. Hasil pemodelan menunjukkan nilai AICc dan BIC dari model GWR lebih kecil dibandingkan model global. Terdapat dua kelompok kabupaten/kota berdasarkan variabel yang signifikan memengaruhi TPT. Di seluruh kabupaten/kota di pulau Jawa, variabel sanitasi dan umur harapan hidup menjadi faktor yang signifikan memengaruhi tingkat pengangguran terbuka. Sementara itu, rata-rata lama sekolah sama sekali tidak signifikan di semua kabupaten/kota. Selain itu, Kabupaten Bandung, Bandung Barat, Bangkalan, Banjarnegara, Banyumas, Banyuwangi, Batang, Bekasi, Blitar, dan Blora menjadi kategori yang pengeluaran per kapita dapat memengaruhi tingkat pengangguran terbuka secara signifikan.

Para pemangku kebijakan disarankan untuk fokus pada peningkatan kualitas sanitasi di seluruh kabupaten/kota di pulau Jawa. Investasi dalam infrastruktur sanitasi dan kampanye edukasi kesehatan perlu menjadi prioritas untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya sanitasi yang baik. Selain itu, upaya peningkatan umur harapan hidup melalui peningkatan akses terhadap fasilitas kesehatan dan layanan medis yang berkualitas, serta implementasi program pencegahan penyakit dan peningkatan gizi masyarakat sangat diperlukan. Untuk kabupaten/kota seperti Bandung, Bandung Barat, Bangkalan, Banjarnegara, Banyumas, Banyuwangi, Batang, Bekasi, Blitar, dan Blora, pengembangan ekonomi lokal dengan memperhatikan pengeluaran per kapita harus menjadi fokus utama, termasuk dukungan lebih bagi usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) untuk menciptakan lapangan kerja baru. Evaluasi program pendidikan juga penting, meskipun rata-rata lama sekolah tidak signifikan memengaruhi tingkat pengangguran terbuka. Penyesuaian kurikulum agar lebih relevan dengan kebutuhan pasar kerja dan peningkatan program pelatihan keterampilan yang sesuai sangat diperlukan. Penggunaan pemodelan GWR dalam perencanaan kebijakan dapat memberikan analisis spasial yang lebih mendalam, sehingga kebijakan yang diambil lebih spesifik dan tepat sasaran. Pengawasan dan evaluasi berkala terhadap kebijakan yang



diimplementasikan juga penting untuk memastikan efektivitasnya dan melakukan penyesuaian jika diperlukan. Dengan mengikuti saran-saran tersebut, diharapkan para pemangku kebijakan dapat mengatasi tingkat pengangguran terbuka di Pulau Jawa dengan lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Anselin, L. (1988). Spatial Econometrics: Methods and Models. Kluwer Academic Publishers.
- Bustaman, & Usman. (2013). Pengembangan Model Sosial : Analisis Spasial Angka Harapan Hidup Penduduk Indonesia Hasil Sensus Penduduk 2010. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Elia, N. ., & Marselina, M. (2023). Tingkat Pengangguran Berdasarkan Jumlah Penduduk, Pendapatan Perkapita, dan Investasi Asing di Indonesia Tahun 1996-2020 . Studi Ekonomi Dan Kebijakan Publik, 1(2), 123–135. <https://doi.org/10.35912/sekp.v1i2.1391>
- Fotheringham, A. S., Brunsdon, C., & Charlton, M. (2002). Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships. Wiley: Chichester.
- Johar, M. R., Suharno, & Istiqomah. (2023). Hubungan rata-rata lama sekolah terhadap tingkat pengangguran terbuka: Mediasi laju pertumbuhan ekonomi. Oikos: Jurnal Kajian Pendidikan Ekonomi dan Ilmu Ekonomi, 7(1), 108. <https://doi.org/10.23969/oikos.v7i1.6035>
- Kamilia, J. (2022). PENGARUH PEMBANGUNAN JALAN, SANITASI, TEKNOLOGI DAN TINGKAT PENGANGGURAN TERHADAP KEMISKINAN DI KAWASAN TIMUR INDONESIA TAHUN 2016-2020 (Bachelor's thesis, FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS UIN JAKARTA).
- Mustakim, A., Ferlin, & Rizal. (2022). Pengaruh Rata-Rata Lama Sekolah terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka di Kota Kendari Tahun 2010-2021. Arus Jurnal Sosial Dan Humaniora, 2(3), 209–216. <https://doi.org/10.57250/ajsh.v2i3.140>
- Putri, N. L., & Muljaningsih, S. (2023). Analisis pengaruh inflasi, upah minimum, dan angka harapan hidup terhadap tingkat pengangguran terbuka di Kabupaten/Kota. Journal of Development Economic and Social Studies, 2(3), 463-474. <https://doi.org/10.21776/jdess.2023.02.3.01>