



SKRIPSI

**PENERAPAN METODE *MULTISCALE
GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION*
UNTUK PEMODELAN TINGKAT PARTISIPASI
ANGKATAN KERJA PEREMPUAN DI PULAU
JAWA TAHUN 2024**

NEZALFA SABRINA
NPM 22083010067

DOSEN PEMBIMBING

Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.
Muhammad Nasrudin, M. Stat.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2026**

LEMBAR PENGESAHAN


PENERAPAN METODE *MULTISCALE GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION* UNTUK PEMODELAN TINGKAT PARTISIPASI ANGKATAN KERJA PEREMPUAN DI PULAU JAWA TAHUN 2024

Oleh:
NEZALFA SABRINA
NPM. 22083010067

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Sidang Skripsi Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur pada Tanggal 11 Juni 2026:

Menyetujui,

Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.
NIP/NPT 19940802 202203 2 015


..... (Pembimbing I)


Muhammad Nasrudin, M. Stat.
NIP/NPT 19960909 202406 1 002


..... (Pembimbing II)

Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T.
NIP/NPT 19830310 202121 1 006



..... (Ketua Penguji)

Amri Muhaimin, S.Stat., M.Stat., M.S.
NIP/NPT 19950723 202406 1 002


..... (Penguji I)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer

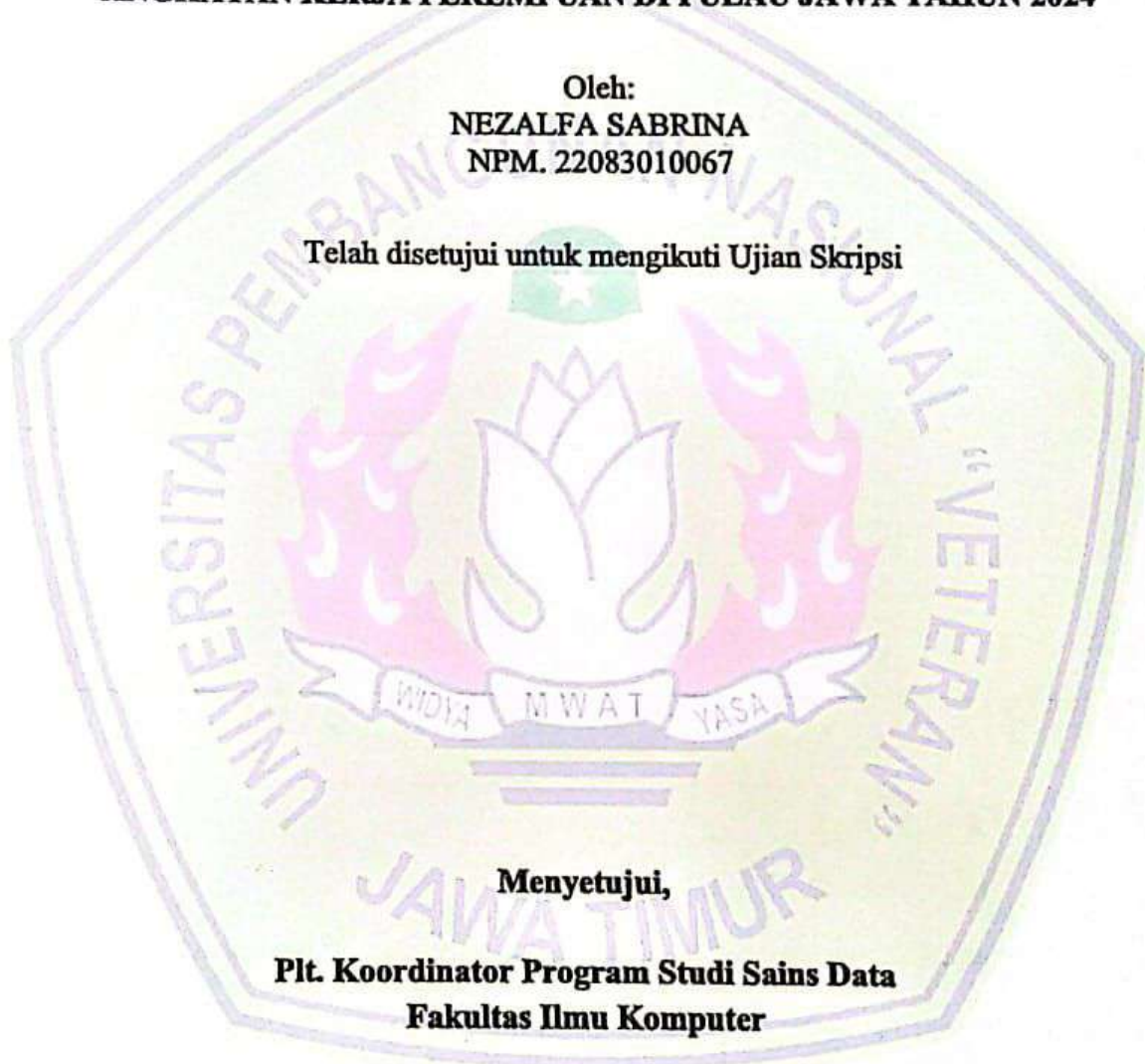

Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.
NIP. 19681126 199403 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN

PENERAPAN METODE *MULTISCALE GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION* UNTUK PEMODELAN TINGKAT PARTISIPASI ANGKATAN KERJA PEREMPUAN DI PULAU JAWA TAHUN 2024

Oleh:
NEZALFA SABRINA
NPM. 22083010067

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi



Menyetujui,

**Plt. Koordinator Program Studi Sains Data
Fakultas Ilmu Komputer**

Dr. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST., MT.
NIP. 19700619 202121 1 009

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Nezalfa Sabrina
NPM : 22083010067
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Sains Data
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Surabaya, 11 Juni 2026
Yang Membuat Pernyataan,



NEZALFA SABRINA
NPM. 22083010067

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Nezalfa Sabrina / 22083010067
Judul Skripsi : Penerapan Metode *Multiscale Geographically Weighted Regression* Untuk Pemodelan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Perempuan di Pulau Jawa Tahun 2024
Dosen Pembimbing : 1. Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.
2. Muhammad Nasrudin, M. Stat.

Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) perempuan di Indonesia masih berada di posisi ketiga terendah di ASEAN sebesar 54,8%, dengan disparitas antarwilayah yang sangat mencolok di Pulau Jawa. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Multiscale Geographically Weighted Regression* (MGWR) dalam memodelkan TPAK perempuan pada 119 kabupaten/kota di Pulau Jawa tahun 2024, membandingkan kinerja empat fungsi *kernel* (*Adaptive Gaussian*, *Adaptive Bisquare*, *Adaptive Exponential*, dan *Adaptive Triangular*), serta mengembangkan *User Interface* berbasis *Streamlit* untuk visualisasi hasil pemodelan. MGWR dipilih karena dapat menangkap skala pengaruh yang bervariasi antarwilayah melalui pemberian *bandwidth* yang berbeda pada setiap variabel bebas, serta mampu mengatasi adanya multikolinearitas pada variabel bebas. Variabel independen yang digunakan meliputi Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK), jumlah penduduk miskin, Indeks Ketimpangan Gender (IKG), Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), persentase perempuan di parlemen, jumlah perempuan yang mengurus rumah tangga, dan Indeks Pembangunan Gender (IPG). Data bersumber dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2024. Hasil pengujian asumsi menunjukkan adanya heterogenitas dan autokorelasi spasial yang signifikan, sehingga memperkuat justifikasi penggunaan pendekatan MGWR dibandingkan regresi OLS global yang kinerjanya masih rendah. Berdasarkan evaluasi menggunakan kriteria R^2 , AICc, MSE, dan RMSE, model MGWR dengan *kernel Adaptive Bisquare* terpilih sebagai model terbaik dengan $R^2 = 0,7210$, unggul dibandingkan model GWR maupun MGWR dengan ketiga *kernel* lainnya. *User Interface* yang dikembangkan memfasilitasi alur analisis dengan fitur pemilihan kernel, tabel persamaan lokal per wilayah, dan interpretasi hasil analisis.

Kata Kunci: Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Perempuan, *Multiscale Geographically Weighted Regression*, *Adaptive Kernel*, Pulau Jawa.

ABSTRACT

Student Name / NPM : Nezalfa Sabrina / 2208301067
Undergraduate thesis title : *Application of the Multiscale Geographically Weighted Regression Method for Modeling the Female Labor Force Participation Rate in Java Island in 2024*
Advisors : 1. Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.
2. Muhammad Nasrudin, M. Stat.

The Female Labor Force Participation Rate (FLFPR) in Indonesia remains the third lowest in ASEAN at 54.8%, with stark disparities across regions in Java Island. This study aims to apply the Multiscale Geographically Weighted Regression (MGWR) method to model female LFPR across 119 regencies/cities in Java Island in 2024, compare the performance of four kernel functions (Adaptive Gaussian, Adaptive Bisquare, Adaptive Exponential, and Adaptive Triangular), and develop a Streamlit-based User Interface to visualize the modeling results. MGWR was selected for its ability to capture spatially varying influence scales by assigning different bandwidths to each independent variable, and to address multicollinearity among independent variables. The independent variables used include the Regency/City Minimum Wage (MSEs), the number of poor people, the Gender Inequality Index (GII), Gross Regional Domestic Product (GRDP), the percentage of women in parliament, the number of women managing households, and the Gender Development Index (GDI). Data were obtained from official 2024 publications of Statistics Indonesia (BPS). Assumption testing results indicate significant spatial heterogeneity and spatial autocorrelation, reinforcing the justification for the MGWR approach over global OLS regression, which performed poorly. Based on evaluation using R^2 , AICc, MSE, and RMSE criteria, the MGWR model with the Adaptive Bisquare kernel was selected as the best model with $R^2 = 0.7210$, outperforming both the GWR model and MGWR models with the other three kernels. The developed User Interface facilitates the analysis workflow with kernel selection features, local equation tables per region, and interpretation of analysis results.

Keywords: *Female Labor Force Participation Rate, Multiscale Geographically Weighted Regression, Adaptive Kernel, Java Island.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga proposal skripsi dengan judul **“Penerapan Metode *Multiscale Geographically Weighted Regression* Untuk Pemodelan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Perempuan di Pulau Jawa Tahun 2024”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dosen-dosen Program Studi Sains Data yang telah memberikan ilmu dan bimbingan kepada penulis.
3. Mama, ayah, adek, dan keluarga besar penulis yang selalu mendukung dan mendoakan penulis sampai titik ini.
4. Teman-teman penulis yaitu eva, tk melati harapan, sobat kopken, makarun, dan sains data gen 3 yang telah menemani dan membantu penulis selama perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Batasan Masalah.....	6
1.4. Tujuan Penelitian	7
1.5. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Penelitian Terdahulu	9
2.2. Kerangka Teori.....	15
2.2.1. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Perempuan	15
2.2.2. Faktor-Faktor yang Memengaruhi TPAK Perempuan.....	15
2.2.3. Regresi Linear	18
2.2.4. Uji Simultan	19
2.2.5. Uji Parsial.....	19
2.2.6. Uji Asumsi Klasik.....	20
2.2.7. Uji Heterogenitas Spasial.....	23
2.2.8. Uji Autokorelasi Spasial	24

2.2.9. Fungsi Pembobot	25
2.2.10. <i>Bandwidth</i> Optimal.....	28
2.2.11. <i>Geographically Weighted Regression</i> (GWR)	30
2.2.12. <i>Multiscale Geographically Weighted Regression</i>	32
2.2.13. Pengujian Signifikansi Model MGWR.....	36
2.2.14. Koefisien Determinasi	37
2.2.15. <i>Mean Square Error</i>	38
2.2.16. <i>Root Mean Square Error</i>	38
2.2.17. <i>User Interface</i>	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	41
3.1. Variabel Penelitian dan Sumber Data.....	41
3.2. Langkah Analisis	44
3.3. Desain Sistem	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1. Pengumpulan Data.....	55
4.2. <i>Preprocessing</i> Data.....	56
4.2.1. Konversi Format Data Numerik	56
4.2.2. Penyesuaian Format Nama Wilayah	57
4.3. Statistika Deskriptif	59
4.4. Pemodelan Regresi Linear Berganda.....	62
4.4.1. Estimasi Parameter	62
4.4.2. Uji Signifikansi Model	63
4.4.3. Uji Asumsi Klasik	67
4.4.4. Uji Aspek Spasial	72
4.5. Pemodelan <i>Geographically Weighted Regression</i>	75
4.6. Pemodelan <i>Multiscale Geographically Weighted Regression</i>	79
4.6.1. Standarisasi Data	79
4.6.2. Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimal	80
4.6.3. Estimasi Parameter dengan <i>Kernel Adaptive Gaussian</i>	88
4.6.4. Estimasi Parameter dengan <i>Kernel Adaptive Bisquare</i>	90
4.6.5. Estimasi Parameter dengan <i>Kernel Adaptive Exponential</i>	92

4.6.6. Estimasi Parameter dengan <i>Kernel Adaptive Triangular</i>	94
4.6.7. Uji Signifikansi Parameter MGWR	95
4.7. Evaluasi Model.....	104
4.8. Penerapan Model MGWR pada Data Tahun 2025.....	106
4.9. Rekomendasi Kebijakan.....	109
4.10. Penerapan Metode MGWR melalui <i>User Interface</i>	112
4.10.1. Halaman Home.....	112
4.10.2. Halaman Unggah Data	113
4.10.3. Halaman Konfigurasi	114
4.10.4. Halaman Hasil Pemodelan	115
BAB V PENUTUP.....	121
5.1 Kesimpulan	121
5.2 Saran Pengembangan	122
DAFTAR PUSTAKA	125
LAMPIRAN.....	131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Wilayah Penelitian.....	41
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian.....	50
Gambar 3.3. Desain Sistem GUI.....	51
Gambar 3.4. Diagram Alir Sistem.....	53
Gambar 4.1. Peta Persebaran TPAKP di Pulau Jawa.....	61
Gambar 4.2. Peta Kelompok Variabel Signifikan <i>Kernel Adaptive Bisqaure</i> ..	110
Gambar 4.3. Tampilan Halaman Home pada <i>User Interface</i>	112
Gambar 4.4. Tampilan Halaman Sebelum Data Diunggah	113
Gambar 4.5. Tampilan Halaman Setelah Data Berhasil Diunggah	114
Gambar 4.6. Tampilan Halaman Konfigurasi pada <i>User Interface</i>	115
Gambar 4.7. Tampilan Tab Ringkasan OLS pada Halaman Hasil Pemodelan .	115
Gambar 4.8. Tampilan Tab Uji Asumsi pada Halaman Hasil Pemodelan	116
Gambar 4.9. Tampilan Tab GWR pada Halaman Hasil Pemodelan	117
Gambar 4.10. Tampilan Tab Hasil Perbandingan Model dan Evaluasi	118
Gambar 4.11. Tampilan Tab Hasil Ringkasan Koefisien dan Uji Signifikansi. 118	
Gambar 4.12. Tampilan Tab Hasil Tabel Persamaan Model per Wilayah.....	118
Gambar 4.13. Tampilan Tab Interpretasi Halaman Hasil Pemodelan.....	119

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	9
Tabel 3.1. Variabel Penelitian	42
Tabel 3.2. Struktur Data Penelitian	44
Tabel 4.1. Dataset Penelitian	56
Tabel 4.2. Statistika Deskriptif	59
Tabel 4.3. Hasil Uji Simultan	64
Tabel 4.4. Hasil Uji Parsial	66
Tabel 4.5. Hasil Uji Normalitas <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	68
Tabel 4.6. Hasil Uji Multikolinearitas (VIF)	69
Tabel 4.7. Hasil Uji Autokorelasi <i>Breusch-Godfrey</i>	71
Tabel 4.8. Hasil Uji Heterogenitas Spasial	73
Tabel 4.9. Hasil Uji Autokorelasi Spasial	74
Tabel 4.10. Hasil Pemilihan <i>Bandwidth</i> Optimal GWR	76
Tabel 4.11. Model GWR <i>Kernel Adaptive Bisquare</i>	77
Tabel 4.12. Data Hasil Standarisasi	80
Tabel 4.13. Matriks Pembobot <i>Queen Contiguity</i>	81
Tabel 4.14. <i>Bandwidth Optimum</i> MGWR Adaptive Gaussian	82
Tabel 4.15. <i>Bandwidth Optimum</i> MGWR Adaptive Bisquare	84
Tabel 4.16. <i>Bandwidth Optimum</i> MGWR Adaptive Exponential	86
Tabel 4.17. <i>Bandwidth Optimum</i> MGWR Adaptive Triangular	87
Tabel 4.18. Model MGWR <i>Kernel Adaptive Gaussian</i>	89
Tabel 4.19. Model MGWR <i>Kernel Adaptive Bisquare</i>	91
Tabel 4.20. Model MGWR <i>Kernel Adaptive Exponential</i>	93
Tabel 4.21. Model MGWR <i>Kernel Adaptive Triangular</i>	94
Tabel 4.22. Variabel Signifikan <i>Kernel Adaptive Gaussian</i>	96
Tabel 4.23. Variabel Signifikan <i>Kernel Adaptive Bisquare</i>	99
Tabel 4.24. Variabel Signifikan <i>Kernel Adaptive Exponential</i>	101
Tabel 4.25. Variabel Signifikan <i>Kernel Adaptive Triangular</i>	103
Tabel 4.26. Hasil Evaluasi Model	105

Tabel 4.27. Model MGWR Data Tahun 2025	107
Tabel 4.28. Hasil Evaluasi Model MGWR Data Tahun 2025	108

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. LoA.....	131
Lampiran 2. Dokumentasi Kode Program Analisis	132
Lampiran 3. Dokumentasi Kode Program GUI	133
Lampiran 4. Data Penelitian.....	134

DAFTAR NOTASI

Y	:	Variabel dependen
X_1, X_2, \dots, X_k	:	Variabel independen ke-1,2, \dots , k
β_0	:	Nilai <i>Intercept</i> model regresi
$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$:	Koefisien regresi variabel independen ke-1,2, \dots , k
ε	:	<i>Error term</i> (galat model)
n	:	Jumlah total observasi (data pengamatan)
k	:	Jumlah variabel independen
SSR	:	<i>Sum of Squares Regression</i> (jumlah kuadrat regresi)
SSE	:	<i>Sum of Squares of Error</i> (jumlah kuadrat galat)
F	:	Nilai statistik uji F
t	:	Nilai statistik uji-t
$SE(\beta_k)$:	<i>Standar error</i> dari koefisien regresi ke- k
D	:	Statistik uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i>
$F_n(\varepsilon)$:	Fungsi distribusi kumulatif empiris dari residual
$F_0(\varepsilon)$:	Fungsi distribusi kumulatif dari distribusi normal baku
VIF	:	<i>Variance Inflation Factor</i>
R_k^2	:	Koefisien determinasi berganda variabel ke- k terhadap variabel lainnya
BP	:	Nilai statistik uji <i>Breusch-Pagan</i>
f	:	Vektor residual model regresi (uji <i>Breusch-Pagan</i>)
Z	:	Matriks variabel independen (uji <i>Breusch-Pagan</i>)
I	:	Nilai indeks <i>Moran's I</i>
x_i, x_j	:	Nilai variabel pada lokasi ke- i dan ke- j
\bar{x}	:	Nilai rata-rata keseluruhan pengamatan
w_{ij}	:	Elemen matriks pembobot antara lokasi ke- i & ke- j
S_0	:	Jumlah seluruh elemen matriks pembobot spasial
$Z(I)$:	Nilai statistik uji untuk menilai signifikansi <i>Moran's I</i>
$E[I]$:	Nilai harapan (ekspektasi) dari <i>Moran's I</i>

$Var(I)$:	:	Nilai varians <i>Moran's I</i>
S_1, S_2	:	Konstanta turunan dari matriks pembobot pada perhitungan varians <i>Moran's I</i>
$W(u_i, v_j)$:	Matriks pembobot spasial diagonal pada lokasi ke- i
w_{ij}	:	Bobot spasial antara lokasi ke- i dan ke- j
$h_{i(q)}$:	<i>Bandwidth</i> ke- i , ditentukan dari jarak ke tetangga ke- q
h_k	:	<i>Bandwidth</i> individual untuk variabel ke- k pada MGWR
$AICc$:	<i>Akaike Information Criterion corrected</i>
$\hat{\sigma}$:	Estimasi simpangan baku residual model MGWR
I	:	Matriks identitas berukuran $n \times n$
$L_{n \times n}$:	Matriks <i>hat</i> (influence matrix) MGWR berukuran $n \times n$
$tr(L)$:	<i>Trace</i> dari matriks L (jumlah elemen diagonal)
a, b, c, d	:	Titik evaluasi pada metode <i>golden section search</i>
y_i	:	Nilai observasi variabel respon di lokasi ke- i
x_{ik}	:	Nilai observasi variabel prediktor ke- k di lokasi ke- i
$\beta_0(u_i, v_i)$:	Nilai konstanta pada pengamatan ke- i
$\beta_k(u_i, v_i)$:	Nilai koefisien variabel prediktor ke- k pada lokasi ke- i
$\hat{\beta}(u_i, v_i)$:	Estimasi parameter lokal GWR pada lokasi ke- i
β_{ki}	:	Nilai koefisien variabel prediktor ke- k pada lokasi ke- i
Z_i	:	Nilai hasil normalisasi dari data ke- i
X_i	:	Nilai asli data ke- i
\bar{X}	:	Nilai rata-rata dari seluruh data
S	:	Simpangan baku (standar deviasi) dari data
f_j	:	Fungsi aditif variabel ke- j pada algoritma <i>backfitting</i>
j	:	Indeks variabel pada algoritma <i>backfitting</i> , $j \in \{0, 1, \dots, m\}$
m	:	Jumlah variabel independen pada model MGWR
ε	:	Residual parsial pada algoritma <i>backfitting</i>
bw_j	:	<i>Bandwith</i> optimal untuk variabel ke- j
SOC_f	:	<i>Sum of Changes</i> untuk fungsi ke- f (kriteria konvergensi)

$\hat{f}_{ki}^{(t)}$:	Nilai fungsi lokal variabel ke- k , lokasi ke- i , iterasi ke- t
t_{ki}	:	Nilai statistik t-lokal variabel ke- k pada lokasi ke- i
$\hat{\beta}_{ki}$:	Estimasi parameter lokal variabel ke- k pada lokasi ke- i
$SE(\hat{\beta}_{ki})$:	<i>Standard error</i> dari parameter lokal $\hat{\beta}_{ki}$
α_k	:	Tingkat signifikansi untuk variabel ke- k
ξ	:	Tingkat signifikansi global ($\alpha=0,05$)
ENP_k	:	<i>Effective Number of Parameters</i> variabel ke- k
R^2	:	Koefisien determinasi model
SS_{res}	:	Jumlah kuadrat residual (<i>Sum of Squares Residual</i>)
SS_{tot}	:	Jumlah kuadrat total (<i>Sum of Squares Total</i>)
MSE	:	<i>Mean Square Error</i>
y_i	:	Nilai aktual pada observasi ke- i
\hat{y}_i	:	Nilai hasil prediksi pada observasi ke- i