

PERBANDINGAN KINERJA METODE SAR, MGWR, DAN MGWR-SAR PADA DATA PERSENTASE PENDUDUK MISKIN DI PULAU JAWA

ANDINA FAHRIYA



**PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Perbandingan Kinerja Metode SAR, MGWR, dan MGWR-SAR pada Data Persentase Penduduk Miskin di Pulau Jawa” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Oktober 2025

Andina Fahriya
G1501221021



RINGKASAN

ANDINA FAHRIYA. Perbandingan Kinerja Metode SAR, MGWR, dan MGWR-SAR pada Data Persentase Penduduk Miskin di Pulau Jawa. Dibimbing oleh BUDI SUSETYO dan I MADE SUMERTAJAYA.

Regresi spasial merupakan metode statistika yang digunakan untuk mengidentifikasi serta memodelkan hubungan antara peubah respon dan peubah penjelas dengan mempertimbangkan aspek spasial atau geografis. Dalam regresi spasial terdapat dua efek utama, yaitu keragaman spasial (*spatial heterogeneity*) dan ketergantungan spasial (*spatial dependence*). Keragaman spasial adalah kondisi ragam yang tidak homogen antar lokasi pengamatan. Untuk mengatasi hal ini, metode yang umum digunakan adalah *Geographically Weighted Regression* (GWR). Di sisi lain, ketergantungan spasial menggambarkan kondisi ketika peubah respon suatu wilayah dipengaruhi oleh peubah respon di wilayah sekitarnya, yang dapat dimodelkan dengan *Spatial Autoregressive Model* (SAR).

Kedua efek tersebut pada hakikatnya saling berkaitan dan perlu dipertimbangkan secara bersamaan. Untuk menjawab kebutuhan tersebut, dikembangkan *Mixed Geographically Weighted Regression with Spatial Autoregressive* (MGWR-SAR) yang menggabungkan prinsip MGWR dan SAR. Model ini mengasumsikan bahwa hubungan antara peubah respon dan penjelas dapat bersifat global maupun lokal, sekaligus memperhitungkan adanya ketergantungan spasial antarwilayah. Dengan demikian, MGWR-SAR lebih mampu menangani keragaman serta ketergantungan spasial secara simultan.

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji kinerja metode SAR, MGWR, dan MGWR-SAR melalui dua pendekatan, yaitu kajian simulasi dan kajian empiris. Pada kajian simulasi, data dibangkitkan menggunakan model MGWR-SAR dengan memperhatikan variasi nilai ketergantungan spasial (ρ). Sebanyak 18 skenario dianalisis, mencakup kombinasi matriks pembobot spasial k -NN ($k = \{3; 7\}$), tingkat ketergantungan spasial $\rho = \{0,3; 0,6; 0,9\}$, serta metode yang digunakan (SAR, MGWR, dan MGWR-SAR). Evaluasi kinerja model dilakukan berdasarkan *Akaike Information Criterion* (AIC) dan *Root Mean Square Error* (RMSE).

Selain itu, kajian empiris juga dilakukan dengan menggunakan data persentase penduduk miskin pada 119 kabupaten/kota di Pulau Jawa tahun 2022. Peubah respon (Y) yang digunakan adalah persentase penduduk miskin, sedangkan peubah penjelas terdiri atas persentase pengguna BPJS Penerima Bantuan Iuran (X_1), persentase penduduk lulus Sekolah Menengah Pertama (X_2), persentase penduduk usia 15 tahun ke atas dengan status tidak bekerja (X_3), persentase rumah tangga penerima Bantuan Pangan Non Tunai (X_4), dan rasio konsumsi normatif per kapita terhadap produksi bersih (X_5).

Hasil kajian simulasi menunjukkan bahwa MGWR-SAR menghasilkan performa terbaik dan cukup stabil diseluruh tingkat ketergantungan spasial. SAR menghasilkan performa yang cukup stabil, namun kinerjanya tidak sebaik MGWR-SAR. Sebaliknya, performa MGWR menurun seiring meningkatnya nilai ketergantungan spasial. Berdasarkan skenario jumlah tetangga (k), MGWR-SAR menghasilkan performa terbaik dan stabil diseluruh jumlah tetangga. Performa SAR cukup stabil diseluruh jumlah tetangga, hanya saja tidak sebaik MGWR-SAR.



Sementara itu, MGWR menghasilkan performa yang tidak stabil dan buruk, terutama ketika $k = 3$.

Hasil kajian empiris menunjukkan MGWR-SAR merupakan model terbaik dalam memodelkan persentase penduduk miskin di kabupaten/kota Pulau Jawa, dengan mempertimbangkan adanya ketergantungan dan keragaman spasial. Hal ini didukung dengan nilai AIC dan RMSE terendah, serta *pseudo* R^2 tertinggi. Secara keseluruhan, persentase penduduk miskin di sebagian besar kabupaten/kota di Pulau Jawa didominasi oleh peubah persentase pengguna BPJS PBI (X_1), persentase rumah tangga penerima Bantuan Pangan Non Tunai (X_4), dan rasio konsumsi normatif per kapita terhadap produksi bersih (X_5). Hal ini menandakan bahwa kondisi kemiskinan di sebagian besar kabupaten/kota di Pulau Jawa dipengaruhi oleh faktor bantuan sosial dan kemampuan ekonomi yang masih rendah.

Kata kunci: Efek Spasial, kemiskinan, MGWR, MGWR-SAR, SAR



SUMMARY

ANDINA FAHRIYA. Comparison of SAR, MGWR, and MGWR-SAR Methods on the Percentage of Poor Population Data in Java Island. Supervised by BUDI SUSETYO, and I MADE SUMERTAJAYA.

Spatial regression is a statistical method used to identify and model the relationship between the response and explanatory variables while considering spatial or geographical aspects. In spatial regression, there are two main effects, namely spatial heterogeneity and spatial dependence. Spatial heterogeneity refers to the condition in which the variance is not homogeneous across observational locations. To address this issue, the commonly used method is Geographically Weighted Regression (GWR). On the other hand, spatial dependence describes a condition in which the response variable of one region is influenced by the response variable of neighboring areas, which can be modeled using the Spatial Autoregressive Model (SAR).

Both effects are interrelated and need to be considered simultaneously. To meet this requirement, the Mixed Geographically Weighted Regression with Spatial Autoregressive (MGWR-SAR) model was developed by integrating the principles of MGWR and SAR. This model assumes that the relationships between the response variable and the explanatory variables may vary globally and locally while simultaneously accounting for spatial dependence across regions. Therefore, MGWR-SAR is better able to handle spatial heterogeneity and spatial dependence simultaneously.

This study aims to examine the performance of the SAR, MGWR, and MGWR-SAR methods through two approaches, simulation and empirical studies. The simulation study generated data using the MGWR-SAR model while considering variations in the spatial dependence parameter (ρ). A total of 18 scenarios were analyzed, covering combinations of spatial weight matrices k -NN ($k = \{3; 7\}$), levels of spatial dependence $\rho = \{0,3; 0,6; 0,9\}$, and the methods used (SAR, MGWR, and MGWR-SAR). Model performance was evaluated based on the Akaike Information Criterion (AIC) and Root Mean Square Error (RMSE).

Furthermore, an empirical study was conducted using data on the percentage of the poor population in 119 districts/cities on Java Island in 2022. The response variable (Y) is the percentage of the poor population. The explanatory variables include the percentage of BPJS PBI recipients (X_1), the percentage of population completing junior secondary education (X_2), the percentage of unemployed population (X_3), the percentage of households receiving non-cash food assistance (X_4), and the Normative consumption per capita ratio (X_5).

The simulation results show that MGWR-SAR yields the best and most stable performance across all spatial dependence levels. Although SAR performs relatively consistently, its performance is still inferior to MGWR-SAR. Conversely, the performance of MGWR deteriorates as the spatial dependence level increases. Based on the number of neighbors (k), MGWR-SAR consistently provides the best and most stable performance across all values of k . SAR shows stable performance across neighbors but remains less effective than MGWR-SAR. Meanwhile, MGWR exhibits unstable and poor performance, particularly when $k = 3$.



The empirical results demonstrate that MGWR-SAR is the best model for explaining the percentage of poor population in districts/cities on Java Island, as it accounts for both spatial heterogeneity and spatial dependence. This is supported by its lowest AIC and RMSE values as well as the highest pseudo R^2 . Overall, the percentage of the poor population in most districts/cities on Java Island is predominantly influenced by the rate of BPJS Contribution Assistance Beneficiary members (X_1), the percentage of households receiving Non-Cash Food Assistance (X_4), and the normative consumption per capita ratio (X_5). This indicates that social assistance factors and low economic capacity drive poverty conditions in the majority of regions on Java Island.

Keywords: MGWR, MGWR-SAR, *poverty*, SAR, *spatial effects*



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PERBANDINGAN KINERJA METODE SAR, MGWR, DAN MGWR-SAR PADA DATA PERSENTASE PENDUDUK MISKIN DI PULAU JAWA

ANDINA FAHRIYA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
Dr. Farit Mochamad Afendi, M.Si.



Judul Tesis : Perbandingan Kinerja Metode SAR, MGWR, dan MGWR-SAR
pada Data Persentase Penduduk Miskin di Pulau Jawa
Nama : Andina Fahriya
NIM : G1501221021

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. Budi Susetyo, M.S.

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. I Made Sumertajaya, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Agus M. Soleh, S.Si., M.T.

NIP 197503151999031004

Dekan Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika

Prof. Dr. Ir. Agus Buono, M.Si., M.Kom.

NIP 196607021993021001

Tanggal Ujian:
16 Oktober 2025

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas limpahan nikmat dan karunia-Nya yang tiada henti-hentinya sehingga tesis berjudul “Perbandingan Kinerja Metode SAR, MGWR, dan MGWR-SAR pada Data Persentase Penduduk Miskin di Pulau Jawa” ini berhasil diselesaikan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW, serta keluarga, sahabat, dan pengikutnya hingga akhir zaman. Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Statistika Departemen Statistika Institut Pertanian Bogor.

Selama proses penyusunan tesis ini, berbagai bantuan dan dukungan telah penulis dapatkan sehingga proses penyusunan tesis ini telah penulis selesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak berikut:

1. Bapak Dr. Ir. Budi Susetyo, M.S. dan Bapak Dr. Ir. I Made Sumertajaya, M.Si. selaku komisi pembimbing tesis yang senantiasa membantu penulis dengan memberikan masukan, saran, dan arahan yang sangat berarti dalam penyusunan tesis ini.
2. Seluruh pengajar sekolah pascasarjana Departemen Statistika IPB yang telah banyak memberikan ilmu selama perkuliahan sampai dengan penyusunan tesis ini.
3. Keluarga penulis, Bapak Junaedi, Ibu Rusnani, Kakak Meyla Tazqiya Rakhma, dan Adik Muhammad Raihan Iqbal yang senantiasa memberikan dukungan dan doa pada setiap proses yang dilampaui penulis selama penyelesaian tesis.
4. Seluruh staf Tata Usaha Departemen Statistika IPB yang membantu segala proses administrasi.
5. Teman-teman mahasiswa “kurtosis” dan “1data” Pascasarjana Statistika IPB atas dukungan dan semangat yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Semoga tesis ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Oktober 2025

Andina Fahriya

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Spatial Autoregressive</i>	4
2.2 <i>Mixed Geographically Weighted Regression</i>	4
2.3 <i>Mixed Geographically Weighted Regression with Spatial Autoregressive</i>	6
2.4 Kemiskinan	8
III METODE	9
3.1 Kajian Simulasi	9
3.1.1 Data Simulasi	9
3.1.2 Prosedur Analisis Data Simulasi	10
3.2 Kajian Empiris	11
3.2.1 Data Empiris	11
3.2.2 Prosedur Analisis Data Empiris	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Kajian Simulasi	15
4.1.1 Skenario Perbandingan Ketergantungan Spasial	15
4.1.2 Skenario Perbandingan Matriks Pembobot	16
4.1.3 Evaluasi Hasil Simulasi	16
4.2 Kajian Empiris	18
4.2.1 Eksplorasi Data	18
4.2.2 Uji Multikolinearitas	20
4.2.3 Pengujian Efek Spasial	21
4.2.4 <i>Spatial Autoregressive Model</i>	21
4.2.5 <i>Mixed Geographically Weighted Regression</i>	22
4.2.6 <i>Mixed Geographically Weighted Regression with Spatial Autoregressive</i>	22
4.2.7 Perbandingan Keباikan dan Interpretasi Model	23
V SIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Simpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	31
RIWAYAT HIDUP	46

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Skenario pembangkitan data simulasi	9
2	Peubah penelitian	11
3	Hasil ANOVA berdasarkan AIC	17
4	Nilai VIF peubah penjelas	20
5	Uji efek spasial	21
6	Penduga parameter model SAR	21
7	Perbandingan fungsi kernel	22
8	Penduga parameter model MGWR	22
9	Penduga parameter model MGWR-SAR	23
10	Kriteria kebaikan model	23

DAFTAR GAMBAR

1	<i>Boxplot</i> AIC dan RMSE terhadap nilai ketergantungan spasial	15
2	<i>Boxplot</i> AIC dan RMSE terhadap matriks pembobot spasial W	16
3	Plot interaksi $M * \rho * W$ berdasarkan AIC	17
4	Peta sebaran persentase penduduk miskin di Pulau Jawa tahun 2022	18
5	<i>Boxplot</i> seluruh peubah penjelas	19
6	Matriks korelasi antar peubah	20
7	Peta sebaran peubah yang berpengaruh pada model MGWR-SAR	24

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil ANOVA berdasarkan RMSE	32
2	Plot interaksi $M * \rho * W$ berdasarkan RMSE	33
3	Hasil uji lanjut BNT terhadap metode (M) dengan nilai ρ dan W yang berbeda-beda Berdasarkan AIC	34
4	Hasil uji lanjut BNT terhadap metode (M) dengan nilai ρ dan W yang berbeda-beda Berdasarkan RMSE	35
5	Daftar wilayah tetangga tiap kabupaten/kota	36
6	Selang kepercayaan parameter duga GWR	39
7	Penduga parameter MGWR dan peubah yang signifikan	40
8	Penduga parameter MGWR-SAR dan peubah yang signifikan	43