

## Model Regresi Spasial pada Proporsi Tenaga Kerja Perempuan di Provinsi Sulawesi Selatan

### *Spatial Regression Model for Proportion of Female Workforce in South Sulawesi*

Zakiyah Mar'ah<sup>1a)</sup>, Mutiara M.<sup>2</sup>, Andi Citra Pratiwi<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Statistics, Faculty of Mathematics and Natural Science, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

<sup>3</sup>Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Science, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

<sup>a)</sup>Corresponding author: [zakiyahm@unm.ac.id](mailto:zakiyahm@unm.ac.id)

#### ABSTRACT

*Female labor force participation in South Sulawesi, Indonesia, is an urgent issue in the context of economic development and gender equality. For this issue, spatial regression is performed to build the relationship between variables that influence female labor force participation in the region. This study performed the Spatial Autoregressive (SAR) model, which is a regression model where the response variable has spatial correlation. The value of Moran's I for the proportion of female labor force in South Sulawesi is 0.05125, meaning there is a positive spatial autocorrelation. The results obtained showed that the expected length of schooling and adjusted per capita expenditure have a positive effect and the average length of schooling has a negative effect on the proportion of female labor force in South Sulawesi.*

**Keywords:** labor, spatial regression, SAR

#### 1. Pendahuluan

Masalah kesetaraan *gender* adalah kesenjangan *gender* yang terus menghalangi pencapaian prinsip utama pembangunan manusia. Laporan *World Economic Forum* tahun 2019 menunjukkan bahwa dari 153 negara, kesenjangan *gender* di Indonesia berada di peringkat 85. Posisi ini menunjukkan bahwa laki-laki dan perempuan masih memiliki perbedaan karena kesetaraan *gender* belum terpenuhi di Indonesia. Dengan mengikuti kemajuan dalam bidang ketenagakerjaan, dampak masalah tenaga kerja, khususnya tenaga kerja perempuan saat ini, terus berkembang dan semakin kompleks. Ini menunjukkan ketidaksamaan *gender* yang masih ada di Indonesia, terutama di bidang ketenagakerjaan (Ussyarovi & Oktora, 2023).

Untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi tenaga kerja perempuan di Sulawesi Selatan. Analisis regresi linear digunakan untuk membentuk model regresi antara variabel respon dan variabel bebas dan menguji apakah ada pengaruh variabel bebas terhadap variabel respon (Ocampo & Barrios, 2022; Pramesti et al., 2019). Regresi spasial termasuk dalam model regresi yang mencakup efek/posisi spasial. Model tersebut mengikuti proses autoregresif yang ditandai dengan adanya hubungan ketergantungan antar sekumpulan pengamatan yang disebut ketergantungan spasial (Anwar et al., 2020; Liu et al., 2020).

Model regresi dilakukan dengan memprediksi parameter dari model regresi, sehingga menghasilkan koefisien regresi untuk setiap variabel bebas. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk memprediksi parameter model regresi. Metode yang paling umum digunakan adalah metode OLS (*Ordinary Least Square*) dengan beberapa asumsi yang harus dipenuhi, yakni tidak adanya multikolinearitas, residual saling bebas dan residual berdistribusi normal. Alternatif untuk model regresi OLS yang melibatkan efek spasial adalah model Spatial Autoregressive (SAR) (Diana et al., 2019). Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Jaya & Chadidjah, 2021) menunjukkan bahwa model SAR digunakan untuk memodelkan data ekologi. Model SAR biasanya digunakan untuk memodelkan interaksi spasial dengan mempertimbangkan struktur ketergantungan spasial ke dalam kovarians matriks. Model *Conditional Autoregressive* (CAR) dan model SAR adalah dua model autoregresif yang paling umum digunakan. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh (Suryowati et al., 2021) menggunakan model SAR untuk data pencemaran udara. Pada penelitian (Islamy et al., 2021) menjelaskan bahwa dengan data *cross-section*, model SAR menggunakan model regresi sederhana dengan lag spasial untuk variabel respon. Selanjutnya penelitian oleh (Arbia et al., 2020) menjelaskan bahwa karena kemungkinan mekanisme transmisi spasial, itas eksternal, dan limpahan, penafsiran koefisien model spasial berbeda dengan penafsiran model nonspasial. Pada penelitian (Kebede et al., 2023) membahas pemodelan FG di tingkat perusahaan, kota/daerah, atau nasional, teknik regresi spasial menggabungkan efek nonlinier dan autokorelasi spasial, juga dikenal sebagai model SAR.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proporsi tenaga kerja perempuan di Provinsi Sulawesi Selatan, faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap tenaga kerja perempuan di Provinsi Sulawesi

Selatan, serta menganalisis pola spasial yang terbentuk dalam proporsi tenaga kerja perempuan di Sulawesi Selatan. Penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai acuan kepada pemerintah daerah setempat, untuk memberikan kebijakan yang sesuai terkait, serta memberikan kontribusi terhadap pengetahuan akademis dan praktisi tentang faktor-faktor yang mempengaruhi partisipasi tenaga kerja perempuan di wilayah Sulawesi Selatan.

## 2. Metodologi

### 2.1 Data

Dalam penelitian ini data yang dianalisis merupakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan. Unit pengamatan yang digunakan adalah seluruh Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Selatan yang terdiri dari 24 Kabupaten/Kota. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel respon (Y) yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data proporsi tenaga kerja perempuan Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2022
2. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:
  - a. Umur harapan hidup menurut jenis kelamin menggunakan satuan tahun (X1)
  - b. Harapan lama sekolah menurut jenis kelamin menggunakan satuan tahun (X2)
  - c. Rata-rata lama sekolah menurut jenis kelamin menggunakan satuan tahun (X3)
  - d. Pengeluaran perkapita yang di sesuaikan menurut jenis kelamin menggunakan satuan juta (X4)

### 2.2 Tahapan Analisis

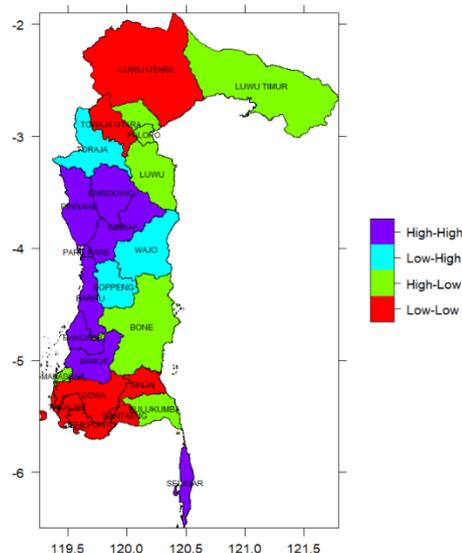
Tahapan analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Eksplorasi data untuk mengetahui pola penyebaran dan dependensi pada masing-masing variabel
2. Pemeriksaan asumsi residual
3. Membentuk matriks pembobot spasial (W) menggunakan *Queen Contiguity*
4. Uji Indeks Moran untuk mendeteksi adanya autokorelasi spasial sehingga dapat dilakukan pemodelan regresi spasial
5. Uji Lagrange Multiplier untuk mendeteksi dependensi spasial dengan lebih spesifik yaitu dependensi dalam lag, galat, atau keduanya (lag dan galat)
6. Melakukan pemodelan dengan model Spasial Autoregresive (SAR)
7. Menginterpretasikan dan menyimpulkan hasil yang diperoleh

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Eksplorasi Data

Data yang digunakan adalah data proporsi tenaga kerja wanita di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2022 yang terdiri dari 24 kabupaten/kota. Variabel pada penelitian ini terdiri dari 1 variabel respon dan 4 variabel bebas. Variable respon pada penelitian ini adalah proporsi tenaga kerja wanita dan variabel bebas terdiri dari umur harapan hidup menurut jenis kelamin (X1), harapan lama sekolah menurut jenis kelamin (X2), rata-rata lama sekolah menurut jenis kelamin (X3), dan pengeluaran perkapita yang di sesuaikan menurut jenis kelamin (X4). Gambar 1 adalah peta sebaran proporsi tenaga kerja wanita di Provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2022.



Gambar 1. Peta Sebaran Proporsi Tenaga Kerja Wanita

Gambar 1 menunjukkan kuadran pertama (high-high) terdiri 8 daerah yaitu Barru, Enrekang, Maros, Pangkep, Pare-pare, Pinrang, Selayar, dan Sidrap, dimana lokasi-lokasi tersebut memiliki autokorelasi positif, yakni nilai pengamatan lokasi tersebut tinggi dan dikelilingi oleh area sekitar yang juga tinggi. Pola yang terbentuk adalah pola gerombol (*cluster*). Kuadran kedua (high-low) terdiri dari 6 area yaitu Bone, Bulukumba, Luwu, Luwu Timur, Makassar, dan Palopo, dimana area tersebut memiliki autokorelasi negatif, yakni nilai pengamatan lokasi tersebut tinggi dan dikelilingi oleh area sekitar yang memiliki nilai rendah. Kuadran ketiga (low-low) terdiri dari 7 daerah yaitu Bantaeng, Gowa, Jeneponto, Luwu Utara, Sinjai, Takalar, dan Toraja Utara, dimana area tersebut memiliki autokorelasi positif, yakni nilai pengamatan lokasi tersebut rendah dan dikelilingi oleh area sekitar yang juga rendah. Terakhir, kuadran 4 (low-high) terdiri dari 3 daerah yaitu Soppeng, Toraja, dan Wajo, dimana area tersebut memiliki autokorelasi negatif, yakni nilai pengamatan lokasi tersebut rendah dan dikelilingi oleh area yang tinggi.

**3.2 Pengujian Asumsi**

**a. Uji Normalitas**

Uji ini digunakan untuk melihat residual model berdistribusi normal atau tidak. Pengujian normalitas menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dan menghasilkan *p-value* sebesar 0.3054 yang menunjukkan bahwa residual model berdistribusi normal pada taraf signifikansi 10%.

**b. Uji Multikolinearitas**

Uji ini digunakan untuk mendeteksi adanya korelasi yang tinggi antar variabel bebas. Pengujian dilakukan dengan melihat nilai VIF. Jika nilai  $VIF > 10$  maka diindikasikan variabel tersebut memiliki korelasi tinggi.

Tabel 1. Uji Multikolinearitas

Variabel	VIF
X1	2.091357
X2	4.570737
X3	6.570651
X4	2.062032

Tabel 1 menunjukkan bahwa semua variabel bebas memiliki nilai  $VIF < 10$  maka diindikasikan tidak ada multikolinearitas atau korelasi tinggi antar variabel bebas.

**3.3 Matriks Pembobot Spasial**

Gambar 1 menunjukkan bahwa proporsi tenaga kerja wanita di Provinsi Sulawesi Selatan memiliki pola bergerombol antar wilayah yang saling berdekatan, sehingga matriks pembobot yang sesuai untuk digunakan dalam penelitian ini adalah matriks pembobot *Queen Contiguity*, karena matriks pembobot ini mensyaratkan adanya pengelompokan wilayah yang memiliki persinggungan antara sisi dan sudut dari wilayah tersebut, dimana  $W_{ij} = 1$  untuk wilayah yang bertetangga dan  $W_{ij} = 0$  untuk wilayah yang tidak bertetangga.

**3.4 Indeks Moran**

Uji Indeks Moran digunakan untuk melihat ada atau tidaknya autokorelasi spasial pada variabel respon penelitian. Kisaran nilai Indeks Moran dalam kasus matriks bobot spasial terstandarisasi adalah  $-1 \leq I \leq 1$ .  $-1 \leq I < 0$  berarti terdapat autokorelasi spasial negatif,  $0 < I \leq 1$  berarti terdapat autokorelasi spasial positif, dan  $I = 0$  menunjukkan tidak terdapat autokorelasi spasial. Untuk mengetahui ada tidaknya autokorelasi spasial dilakukan uji Indeks Moran (Lutfi et al., 2019) dengan hipotesis sebagai berikut:

Hipotesis :

$H_0: I = 0$  (Tidak ada autokorelasi antar lokasi)

$H_0: I \neq 0$  (Ada autokorelasi antar lokasi)

Tabel 2. Uji Indeks Moran

Nilai Indeks Moran	P-value
1.6329	0.05125

Tabel 2 menunjukkan nilai Indeks Moran sebesar 1.6329 dan *p-value* sebesar 0.05125 yang artinya bahwa terdapat autokorelasi spasial positif pada data, sehingga diindikasikan kabupaten/kota yang bertetangga mempunyai karakteristik yang hampir sama dan lokasi-lokasinya cenderung berkelompok.

**3.5 Uji Lagrange Multiplier**

Uji Lagrange Multiplier (LM) digunakan untuk menguji pengaruh ketergantungan spasial pada data *cross section*. (Anselin, 1995) mengembangkan uji LM untuk model spasial lag dan model spasial galat.

Tabel 3. Uji Lagrange Multiplier

	Statistik	db	P-value	Keterangan
RSerr	0.035966	1	0.84959	Tidak signifikan
RSlag	0.918620	1	0.33784	Tidak signifikan

	Statistik	db	P-value	Keterangan
adjRSerr	2.658297	1	0.10301	Tidak signifikan
adjRSlag	3.540951	1	0.05987	Signifikan
SARMA	3.576917	2	0.16722	Tidak signifikan
$\alpha = 10\%$				

Tabel 3 menunjukkan terdapat ketergantungan spasial pada variabel respon yang ditunjukkan oleh *p-value* adjRSerr < alpha 10%, sehingga data dapat dimodelkan dengan model *Spatial Autoregressive* (SAR).

### 3.6 Spatial Autoregressive (SAR) Model

SAR digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap proporsi tenaga kerja wanita. Hasil analisis pada model SAR disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Estimasi Parameter Model SAR

Variabel	Estimasi	Std.Error	Z hitung	P-value	Keterangan
Intercept	3.535	48.066	0.073	0.941	
X1	0.421	0.681	0.618	0.536	Tidak Signifikan
X2	4.511	2.161	2.087	0.036	Signifikan
X3	-8.504	1.988	-4.277	0.001	Signifikan
X4	0.001	0.001	2.941	0.003	Signifikan

Tabel 4 menunjukkan variabel bebas yang berpengaruh signifikan terhadap proporsi tenaga kerja wanita di Sulawesi Selatan adalah harapan lama sekolah menurut jenis kelamin, rata-rata lama sekolah menurut jenis kelamin, dan pengeluaran perkapita yang di sesuaikan menurut jenis kelamin. Adapun persamaan model SAR sebagai berikut:

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

Dengan,

$$\rho = 0.236, \quad \beta_2 = 4.511, \quad \beta_3 = -8.504, \quad \beta_4 = 0.001$$

Model yang dihasilkan sebagai berikut:

$$\hat{y} = 0.236 W y + 4.511 X_2 - 8.504 X_3 + 0.001 X_4 + \varepsilon$$

Keterangan :

*y* = proporsi tenaga kerja wanita

*W* = matriks pembobot spasial

$\rho$  = koefisien prediktor model spasial lag

*X*<sub>2</sub> = harapan lama sekolah menurut jenis kelamin

*X*<sub>3</sub> = rata-rata lama sekolah menurut jenis kelamin

*X*<sub>4</sub> = pengeluaran perkapita yang di sesuaikan menurut jenis kelamin

## 4. Kesimpulan

Analisis spasial pada proporsi tenaga kerja wanita di Provinsi Sulawesi Selatan menunjukkan adanya pola bergerombol antar wilayah yang saling bertetangga. Harapan lama sekolah, rata-rata lama sekolah, dan pengeluaran perkapita yang disesuaikan memiliki pengaruh signifikan terhadap proporsi tenaga kerja wanita. Tidak terdapat multikolinearitas antara variabel bebas, dan residual dari model regresi berdistribusi normal. Penggunaan matriks pembobot *Queen Contiguity* sesuai dengan pola spasial yang ada. Hasil uji indeks Moran menunjukkan autokorelasi positif antar wilayah yang bersinggungan, sementara uji Lagrange Multiplier menunjukkan adanya ketergantungan spasial pada variabel respon. Model *Spatial Autoregressive* (SAR) digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap proporsi tenaga kerja wanita di Sulawesi Selatan.

## 5. Referensi

- Anselin, L. (1995). Local Indicators of Spatial Association—LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93–115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- Anwar, R., Djuraidah, A., & Wigena, A. H. (2020). Spatial Autoregressive Models with Heteroskedasticity Disturbance using Generalized Method of Moments. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 9(7), 8–12. <https://doi.org/10.4108/eai.2-8-2019.2290489>

- Arbia, G., Bera, A. K., & Dog, O. (2020). Testing Impact Measures in Spatial Autoregressive Models. *International Regional Science Review*, 43(1), 40–75. <https://doi.org/10.1177/0160017619826264>
- Diana, S., Jauri, R., & Chowanda, A. (2019). ScienceDirect ScienceDirect Spatial autoregressive ( SAR ) model for average expenditure of Papua Province. *Procedia Computer Science*, 157, 537–542. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.011>
- Islamy, U., Novianti, A., Hidayat, F. P., & Kurniawan, M. H. S. (2021). Application of the Spatial Autoregressive ( SAR ) Method in Analyzing Poverty in Indonesia and the Self Organizing Map ( SOM ) Method in Grouping Provinces Based on Factors Affecting Poverty. *International Journal of Statistics and Data Science*, 1(2), 76–83.
- Jaya, I., & Chadidjah, A. (2021). Spatial Autoregressive in Ecological Studies : A Comparison of the SAR and CAR Models. *Engineering Letters*, 29(1).
- Kebede, A., Tavasszy, L., Gebresenbet, G., & Ljungberg, D. (2023). Research in Transportation Economics Modelling the effect of spatial determinants on freight ( trip ) attraction : A spatially autoregressive geographically weighted regression approach. *Research in Transportation Economics*, 99(March), 101296. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2023.101296>
- Liu, J., Mao, L., Caceres, G. A., Feigelson, E. D., Moustafa, S. S. R., & Khodairy, S. S. (2020). Spatial autoregressive with a spatial autoregressive error term model and its parameter estimation with two-stage generalized spatial least square procedure Spatial autoregressive with a spatial autoregressive error term model and its parameter estimation. *Journal of Physics*, 1(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1217/1/012104>
- Lutfi, A., Aidid, M. K., & Sudarmin, S. (2019). Identifikasi Autokorelasi Spasial Angka Partisipasi Sekolah di Provinsi Sulawesi Selatan Menggunakan Indeks Moran. *Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, 1(2), 1–8.
- Ocampo, S. R., & Barrios, E. B. (2022). Sparse Spatial Autoregressive and Spatio-temporal Models for COVID-19 Incidence in the Philippines. *Philippine Journal of Science*, 151(October), 1979–1994.
- Pramesti, W., Science, N., & Suharsono, A. (2019). Spatial Autoregressive Model For Modeling Of Human Development Index. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, 10(01), 626–632.
- Suryowati, K., Bekti, R., Fajiriyah, R., & Siswoyo, E. (2021). The Effect of Regional Characteristics and Relationship Among Locations In Air Pollution Using Spatial Autoregressive ( SAR ) and Spatial Durbin Models ( SDM ) The Effect of Regional Characteristics and Relationship Among Locations In Air Pollution Using. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1776/1/012051>
- Ussyarovi, A., & Oktora, S. I. (2023). Proporsi Perempuan yang Bekerja pada Posisi Manajerial di Indonesia Tahun 2015-2021 : Pendekatan Feasible Generalized Least Square. *Jurnal Statistika Dan Aplikasinya*, 7(1), 62–73.