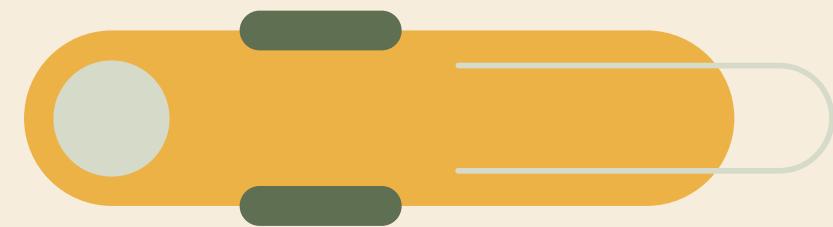




ANALISIS TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA DI PROVINSI SULAWESI SELATAN TAHUN 2023

MENGGUNAKAN REGRESI SPASIAL

Disusun oleh:
Zahrah Mahfuzah (2106704004)



DAFTAR ISI

- 01 Pendahuluan**
- 02 Tinjauan Pustaka**
- 03 Metodologi Penelitian**
- 04 Hasil dan Pembahasan**
- 05 Penutup**

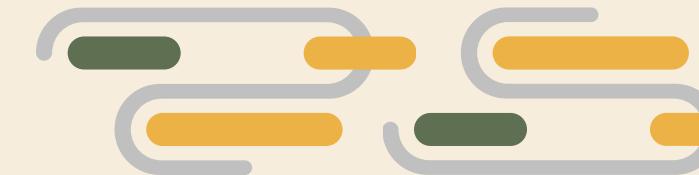
LATAR BELAKANG

- Pengangguran menjadi salah satu masalah yang dihadapi Indonesia dan dapat diukur menurut tingkat pengangguran terbuka (TPT).
- Sulawesi Selatan merupakan salah satu wilayah yang memiliki banyak potensi secara ekonomi, tetapi masih mengalami masalah pengangguran.
- TPT dapat di Sulawesi Selatan dapat diprediksi berdasarkan beberapa faktor, seperti persentase penduduk miskin, *dependency ratio*, *gini ratio*, rata-rata lama sekolah, dan tingkat partisipasi angkatan kerja.



RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana memodelkan hubungan antara tingkat pengangguran terbuka di Sulawesi Selatan tahun 2023 dan faktor-faktor yang memengaruhinya dengan menggunakan regresi spasial?
2. Faktor apa yang paling signifikan memengaruhi tingkat pengangguran terbuka di Sulawesi Selatan?



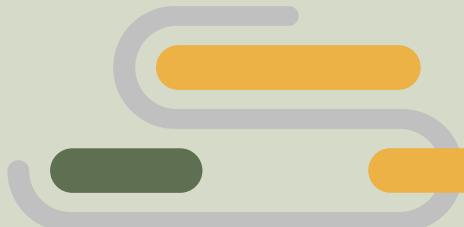
TUJUAN PENELITIAN

1.

Memodelkan hubungan antara tingkat pengangguran terbuka di Sulawesi Selatan tahun 2023 dan faktor-faktor yang memengaruhinya dengan menggunakan regresi spasial.

2.

Mengetahui faktor yang paling signifikan memengaruhi tingkat pengangguran terbuka di Sulawesi Selatan.



REGRESI LINIER BERGANDA

Analisis regresi linier berganda adalah sebuah metode pendekatan yang melibatkan dua atau lebih variabel independen dan satu variabel dependen. Uji regresi linier berganda bertujuan untuk mengukur seberapa jauh hubungan antara variabel independen terhadap variabel dependen. Model linear yang dihasilkan akan menghubungkan variabel dependen atau respons dengan variabel-variabel independen atau prediktornya yang kemudian akan dilakukan pengujian terhadap parameter dalam model tersebut.

Model:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1k} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i, \quad \varepsilon \sim NIID(0, \sigma^2)$$

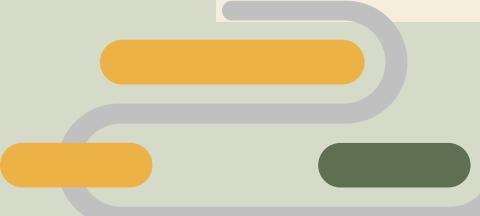
Y_i : nilai variabel dependen ke- i

β_k : koefisien regresi variabel independen ke- k

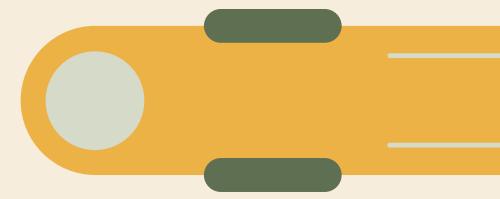
X_{ik} : nilai variabel independen ke- k pada pengamatan ke- i

ε : *error* pada pengamatan ke- i

β_0 : nilai *intercept*



UJI ASUMSI



Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan yang sangat kuat (multikolinearitas) antar variabel independen pada model.

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

dimana $R_k^2(u_i, v_i)$ adalah koefisien determinasi variabel ke-k pada lokasi i.

Jika nilai $R_k^2(u_i, v_i) > 10$, dapat dikatakan bahwa terdapat multikolinearitas antar variabel.

Uji Normalitas

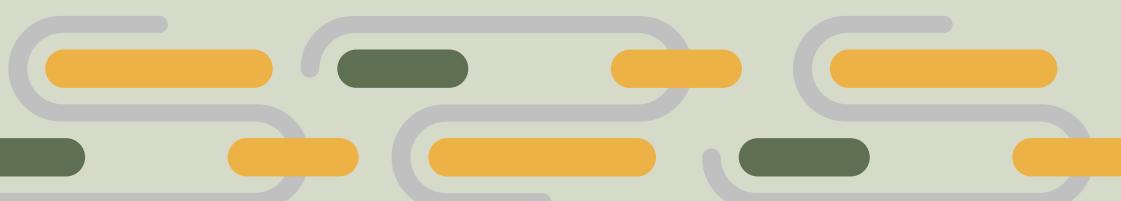
Uji normalitas adalah uji untuk menentukan apakah nilai residual yang telah terstandarisasi pada model regresi berdistribusi normal atau tidak. Pengujian normalitas dilakukan menggunakan uji *Anderson Darling*.

H0: Residual berdistribusi normal

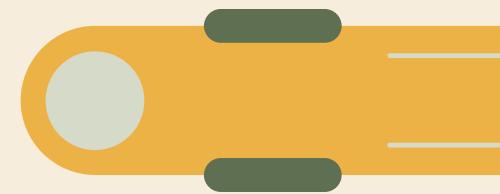
H1: Residual tidak berdistribusi normal

$$A^2 = -n - \sum_{i=1}^N \frac{2i-1}{n} [\log F(Y_i) + \log(1 - F(Y_{N+1-i}))]$$

HO ditolak ketika p-value < α.



UJI ASUMSI



Uji Homoskedastisitas

Uji asumsi homoskedastisitas dilakukan untuk melihat apakah varian setiap residual sama atau tidak.

H0: Tidak terjadi heterogenitas spasial

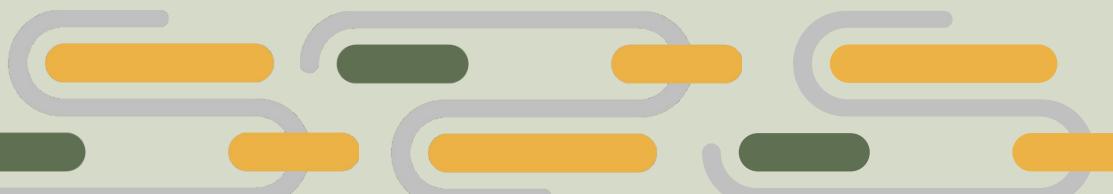
H1: Terjadi heterogenitas spasial

$$BP = \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^n x_i f_i \right) \left(\sum_{i=1}^n x_i x_i \right) \left(\sum_{i=1}^n x_i f_i \right)$$

Keterangan:

$$f_i = \left(\frac{\hat{\varepsilon}_i}{\hat{\sigma}} - 1 \right)$$

H0 ditolak ketika p-value < α.



Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi bertujuan untuk melihat apakah terdapat korelasi secara linier antara kesalahan acak periode t dengan kesalahan acak periode (t - 1). Pengujian normalitas dilakukan dengan *run test*.

H0: Tidak terdapat autokorelasi

H1: Terdapat autokorelasi

$$Z = \frac{r - \mu_r}{\sigma_r}$$

Keterangan:

$$\mu_r = \frac{2n_1 n_2}{n_1 + n_2} + 1 \quad \sigma_r = \sqrt{\frac{2n_1 n_2 (2n_1 n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2 (n_1 + n_2 - 1)}}$$

H0 ditolak ketika |Z| ≤ Z_{α/2}

REGRESI SPASIAL

Regresi spasial merupakan analisis yang mengevaluasi hubungan antara satu variabel dependen dengan dua atau lebih variabel independen dengan memberikan efek spasial pada beberapa wilayah yang menjadi pusat pengamatan. Terdapat 2 efek spasial pada regresi spasial, diantaranya adalah *spatial dependence* dan *spatial heterogeneity*.

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

$$u = \lambda W u + \varepsilon$$

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I)$$

Keterangan:

y = vektor variabel respon

ε = vektor galat yang bebas autokorelasi

X = matriks variabel penjelas

ρ = koefisien autoregresi lag spasial

β = vektor koefisien parameter regresi

λ = koefisien autoregresi galat spasial

W = matriks pembobot spasial

I = matriks identitas

u = Vektor galat yang diasumsikan mengandung autokorelasi

UJI INDEKS MORAN /

Indeks Moran adalah nilai statistik uji yang digunakan untuk melakukan pengujian terhadap nilai autokorelasi spasial. Nilai Indeks Moran berada pada selang antara -1 dan 1, di mana -1 menunjukkan autokorelasi negatif sempurna dan 1 menunjukkan autokorelasi positif sempurna.

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

$H_1: I \neq 0$ (Terdapat autokorelasi spasial antar lokasi)

Statistik Uji

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{Var(I)}} \sim N(0, 1)$$

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Keterangan:

n : banyaknya pengamatan

\bar{x} : nilai rata-rata dari n lokasi

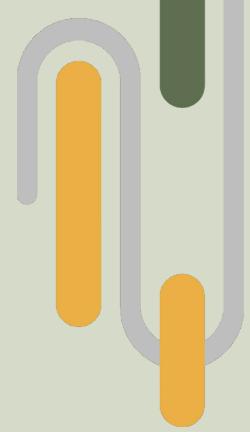
x_i : nilai pengamatan pada lokasi ke- i

x_j : nilai pengamatan pada lokasi ke- j

w_{ij} : elemen matriks pembobot spasial baris ke- i kolom ke- j

H_0 ditolak ketika $|Z| \leq Z_{\alpha/2}$ yang menunjukkan bahwa **terdapat autokorelasi spasial antar lokasi** pada model.

UJI LAGRANGE MULTIPLIER



Uji Lagrange Multiplier digunakan untuk melihat apakah terdapat **efek ketergantungan spasial**.

Lagrange Multiplier Lag

Hipotesis:

H0: $\rho=0$ (Tidak ada ketergantungan spasial pada variabel respon)

H1: $\rho \neq 0$ (Terdapat ketergantungan spasial pada variabel respon)

Statistik Uji:

$$LM_{\rho} = \left[\frac{\frac{e' W Y}{(\frac{e'e}{n})}}{D} \right]^2 \quad D = \left[\frac{(W X \beta) \left(I - X(X'X)^{-1} X' \right) (W X \beta)}{\sigma^2} \right] + \text{tr}(W'W + WW')$$

Aturan Penolakan:

HO ditolak apabila $LM_{\rho} > \chi^2_{\alpha(q)}$ dengan q adalah banyaknya parameter.

Lagrange Multiplier Error

Hipotesis:

H0: $\lambda=0$ (Tidak ada ketergantungan spasial pada galat)

H1: $\lambda \neq 0$ (Terdapat ketergantungan spasial pada galat)

Statistik Uji:

$$LM_{\lambda} = \left[\frac{\frac{e' W e}{(\frac{e'e}{n})}}{\text{tr}(W'W + WW')} \right]^2$$

Aturan Penolakan:

HO ditolak apabila $LM_{\lambda} > \chi^2_{\alpha(q)}$ dengan q adalah banyaknya parameter.

MODEL SPATIAL AUTOREGRESSIVE (SAR)

Model *Spatial Autoregressive* (SAR) adalah metode regresi spasial untuk memperhitungkan autokorelasi spasial dari variabel respon dan memasukkan variabel baru yang disebut *spatially lagged dependent variable*.

Konsep model spatial lag ini adalah bahwa variabel respon tidak hanya dipengaruhi oleh sekumpulan variabel penjelas tetapi juga dari nilai variabel respon tetangganya.

Model Spatial Autoregressive

$$y = \rho W_y + x\beta + \varepsilon ; \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I)$$

dimana

y : vektor variabel dependen

X : matriks variabel independen

β : vektor koefisien parameter regresi

W : matriks pembobot spasial

ε : vektor galat yang bebas autokorelasi

I : matriks identitas

ρ : koefisien autoregresi lag spasial

MATRIKS PEMBOBOT SPASIAL

- Matriks yang menggambarkan hubungan antarlokasi.
- Elemen matriks bernilai 1 pada wilayah yang berbatasan langsung dan sisanya bernilai 0.
- Matriks akan distandardisasi dengan membagi setiap elemen matriks dengan jumlah setiap baris sehingga jumlah baris pada matriks yang sudah distandardisasi sama dengan satu.

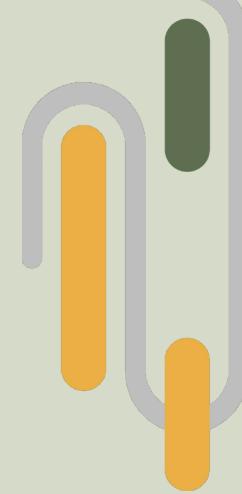
Konsep Persinggungan (Contiguity Weight)

Contiguity Matrix akan memberikan nilai satu jika wilayah i bertetangga langsung atau berhimpit dengan wilayah j dan nilai nol jika wilayah i tidak bertetangga langsung dengan wilayah j .

Misal c_{ij} merupakan nilai elemen matriks Contiguity baris ke i kolom ke j , maka nilai c_{ij} digunakan untuk perhitungan matriks pembobot spasial W , dengan nilai dari elemen matriks pembobot spasial yaitu:

$$w_{ij} = \frac{c_{ij}}{\sum_{i=j=1}^n c_{ij}}$$

MATRIKS PEMBOBOT SPASIAL



Dalam konsep persinggungan, ada tiga definisi untuk menentukan matriks bobot spasial yaitu:

- **Rook Contiguity**, dua wilayah dianggap bertetangga jika berbagi sisi langsung.
- **Queen Contiguity**, dua wilayah dianggap bertetangga jika berbagi sisi langsung atau titik sudut
- **Bishop Contiguity**, dua wilayah dianggap bertetangga jika berbagi titik sudut tetapi tidak berbagi sisi langsung.

Konsep Jarak (*Distance Weight*)

Dalam konsep jarak terdapat 2 definisi dalam menentukan matriks bobot spasial yaitu:

- **Fungsi Jarak Menurun (*distance-decay function*)** menggambarkan bahwa kekuatan hubungan atau pengaruh antar lokasi berkurang seiring dengan meningkatnya jarak
- **k Lokasi Terdekat** mendefinisikan hubungan spasial berdasarkan lokasi yang paling dekat. Cara ini menentukan sebanyak k lokasi j , di sekitar lokasi i . Untuk setiap lokasi i , hanya k lokasi terdekat yang dipertimbangkan sebagai tetangga.



PENGUKURAN KUALITAS MODEL

AIC (Akaike's Information Criterion)

Penentuan nilai AIC dilakukan melalui perhitungan sebagai berikut:

$$AIC = 2n \ln(\hat{\sigma}) + n \ln(2\pi) + n(S)$$

dimana $\hat{\sigma}$ merupakan nilai dugaan standar deviasi residual dan S adalah matriks hati.

Model yang didapatkan dari perhitungan dengan nilai AIC terkecil.

Koefisien Determinasi (R^2)

Nilai R-Square memberikan indikasi tentang sejauh mana variabel independen cocok dalam memprediksi variabel dependen. Rumus R-Square adalah sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2}$$

dengan \hat{Y}_i adalah nilai Y dari hasil estimasi persamaan regresi dan \bar{Y}_i adalah nilai Y rata-rata data. Sifat dari R-Square adalah R^2 bukan besaran negatif dan batasnya adalah $0 \leq R^2 \leq 1$

METODE PENELITIAN

Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan adalah data Tingkat Pengangguran Terbuka di Provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2023. Data berupa data sekunder diambil dari website Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sulawesi Selatan melalui link:

<https://sulsel.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDY2IzI=/tingkat-pengangguran-terbuka.html>

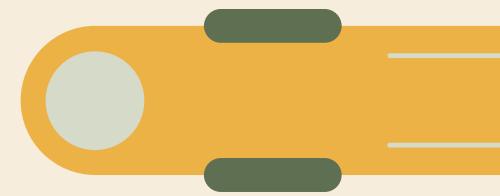
Variabel Penelitian

- Variabel Dependen: Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT)
- Variabel Independen: Persentase Penduduk Miskin (PMSKN), Angka Beban Ketergantungan (DR), Gini Ratio (GR), Rata-rata Lama Sekolah (RLS) dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK)

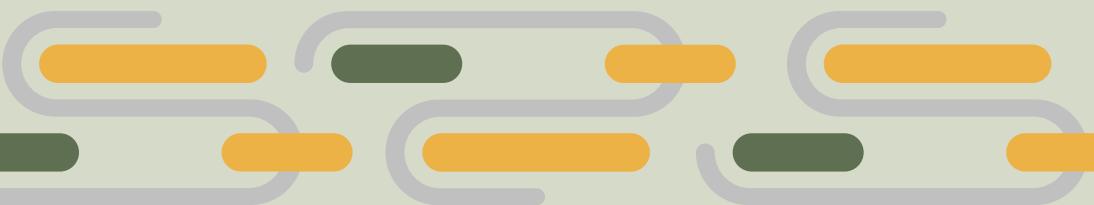
Metode Analisis

Analisis dilakukan dengan menggunakan Regresi Linear dan Regresi Spasial

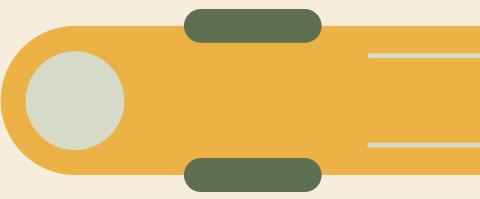
STATISTIK DESKRIPTIF



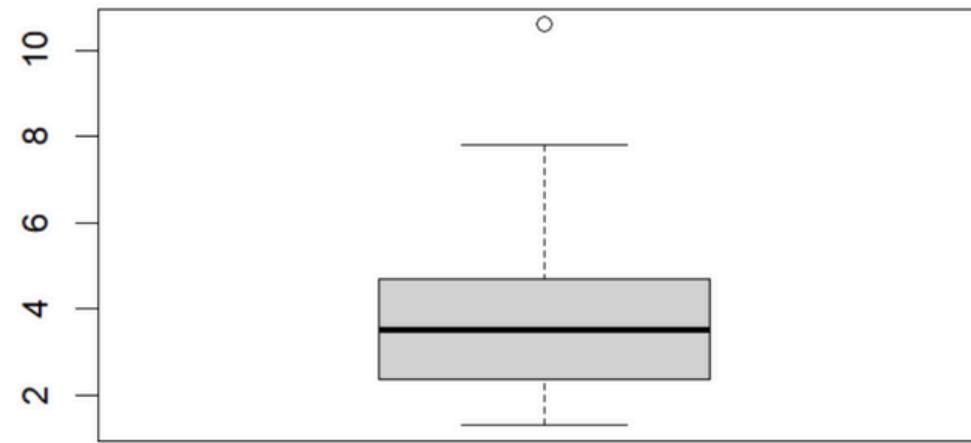
Variabel	Min.	Median	Maks.	Mean
TPT	1,31	3,505	10,6	3,841
PMSKN	5,07	8,725	13,4	9,332
DR	40,93	45,72	53,15	45,33
GR	0,336	0,3635	0,393	0,3618
RLS	7,00	8,305	11,56	8,519
TPAK	55,49	66,71	82,35	66,99



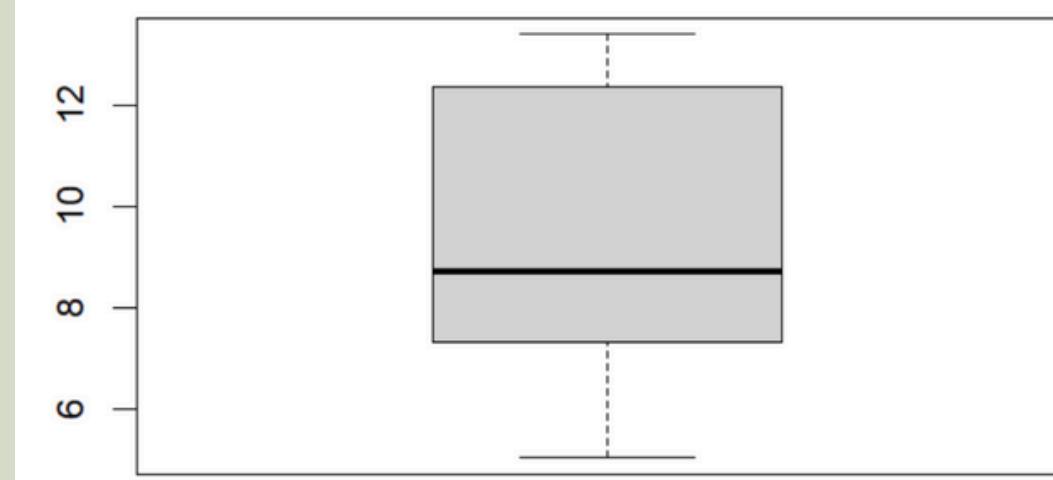
BOXPLOT TIAP VARIABEL



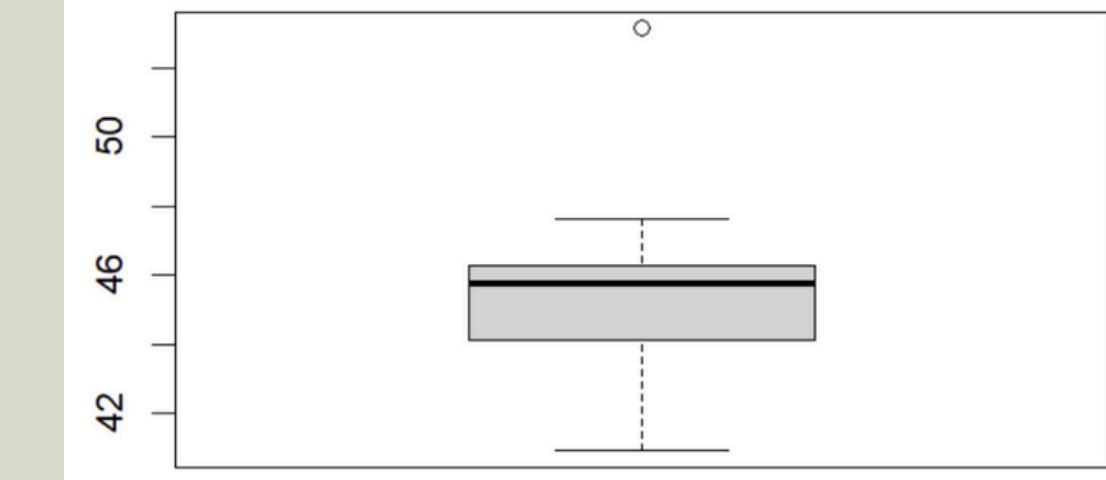
Boxplot Tingkat Pengangguran Terbuka



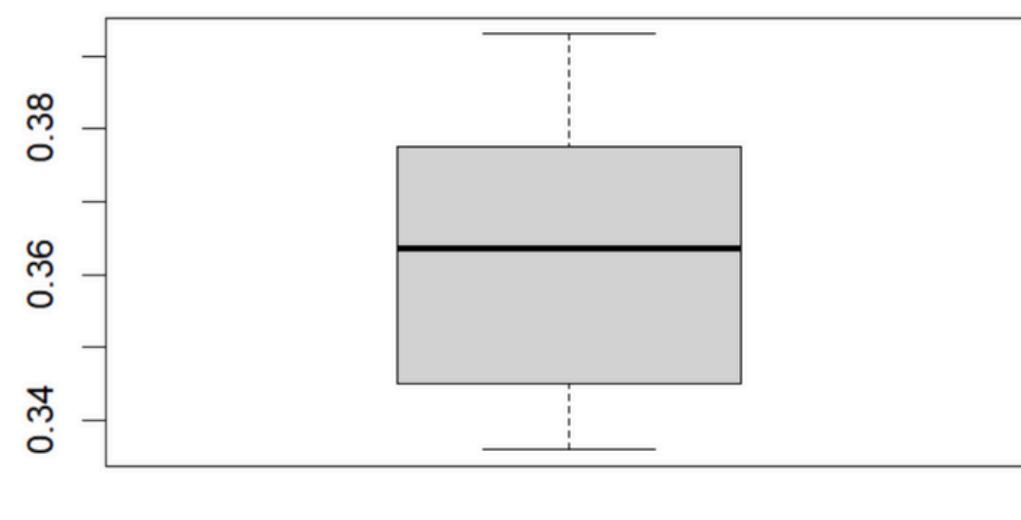
Boxplot Persentase Penduduk Miskin



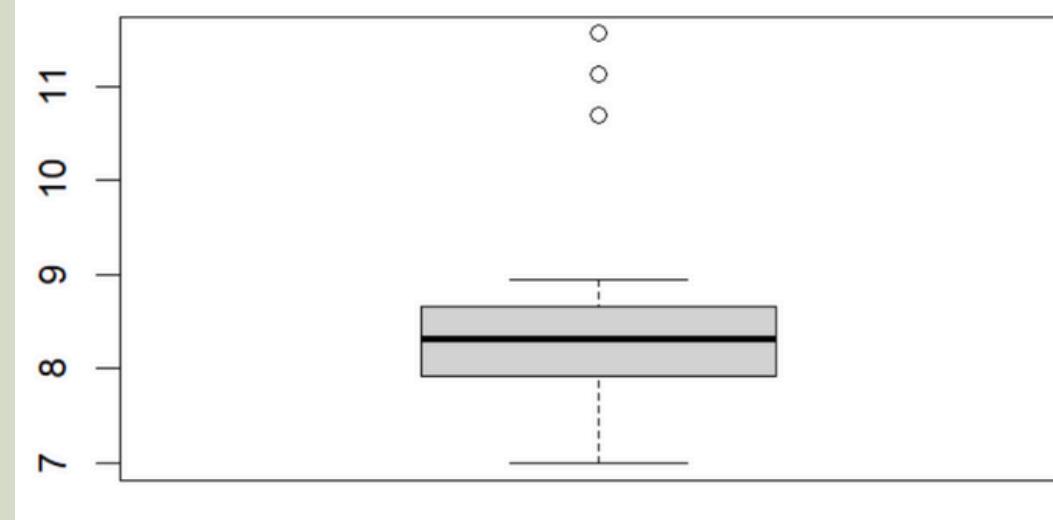
Boxplot Angka Beban Ketergantungan



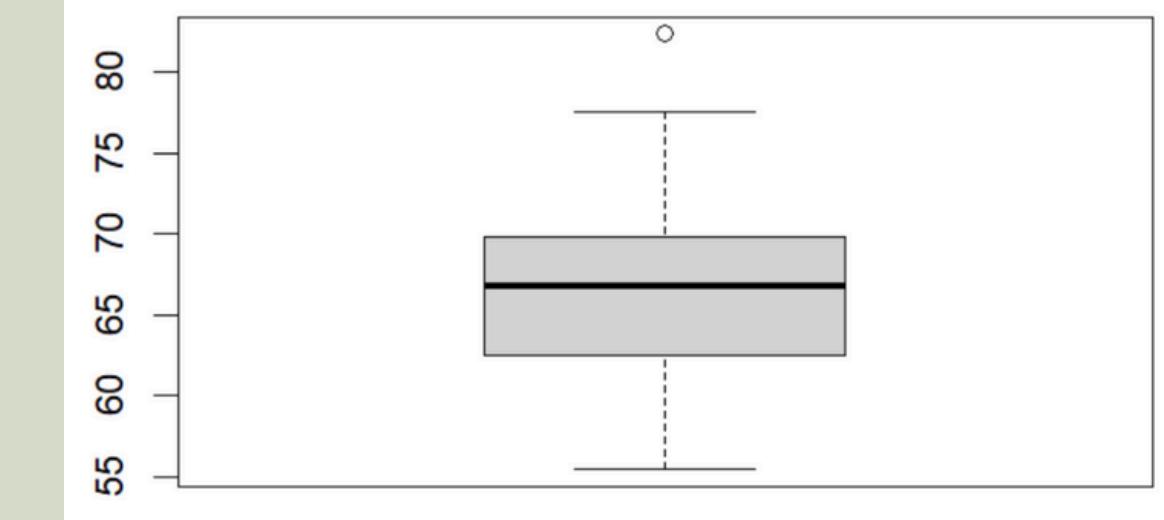
Boxplot Gini Ratio



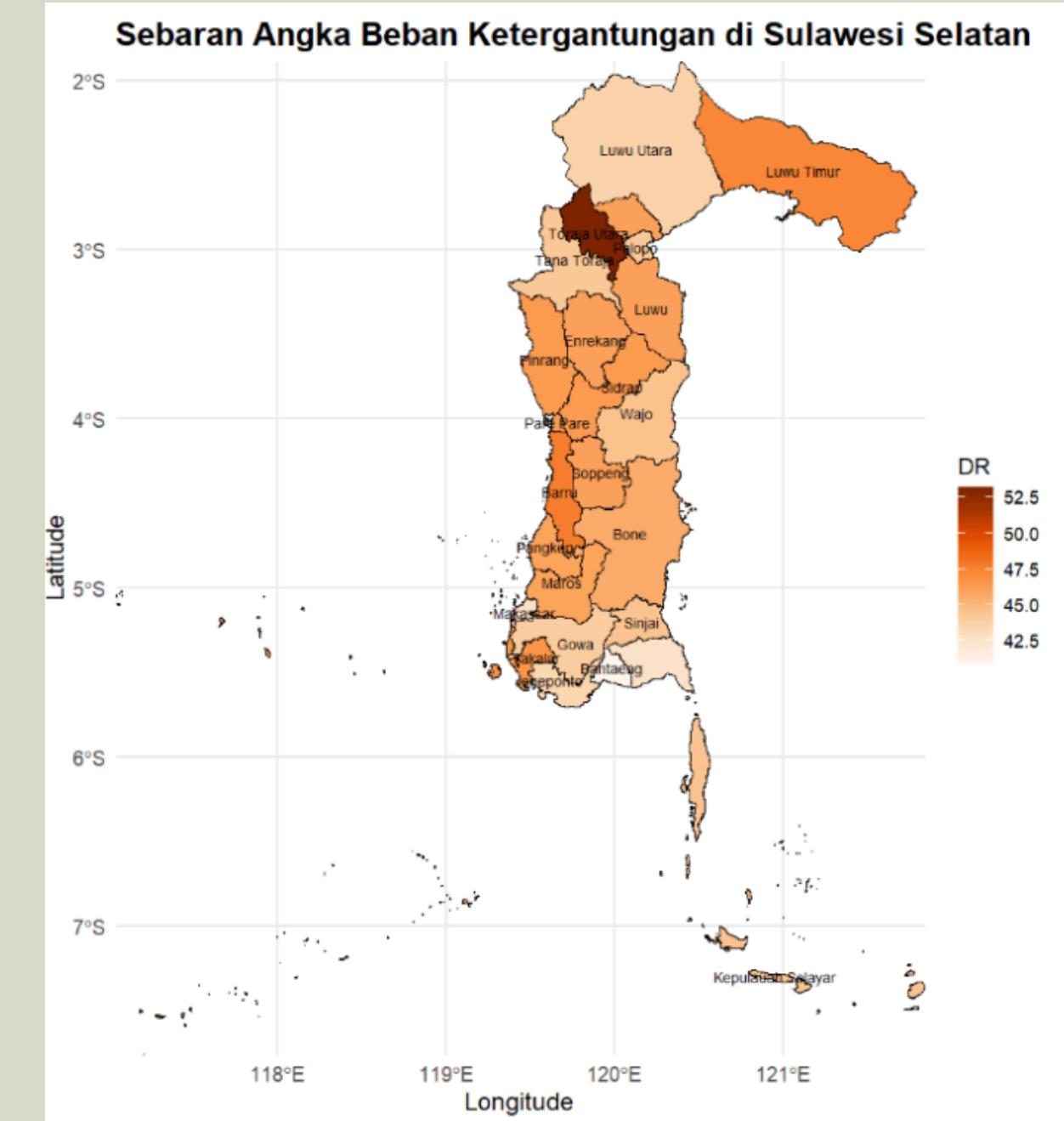
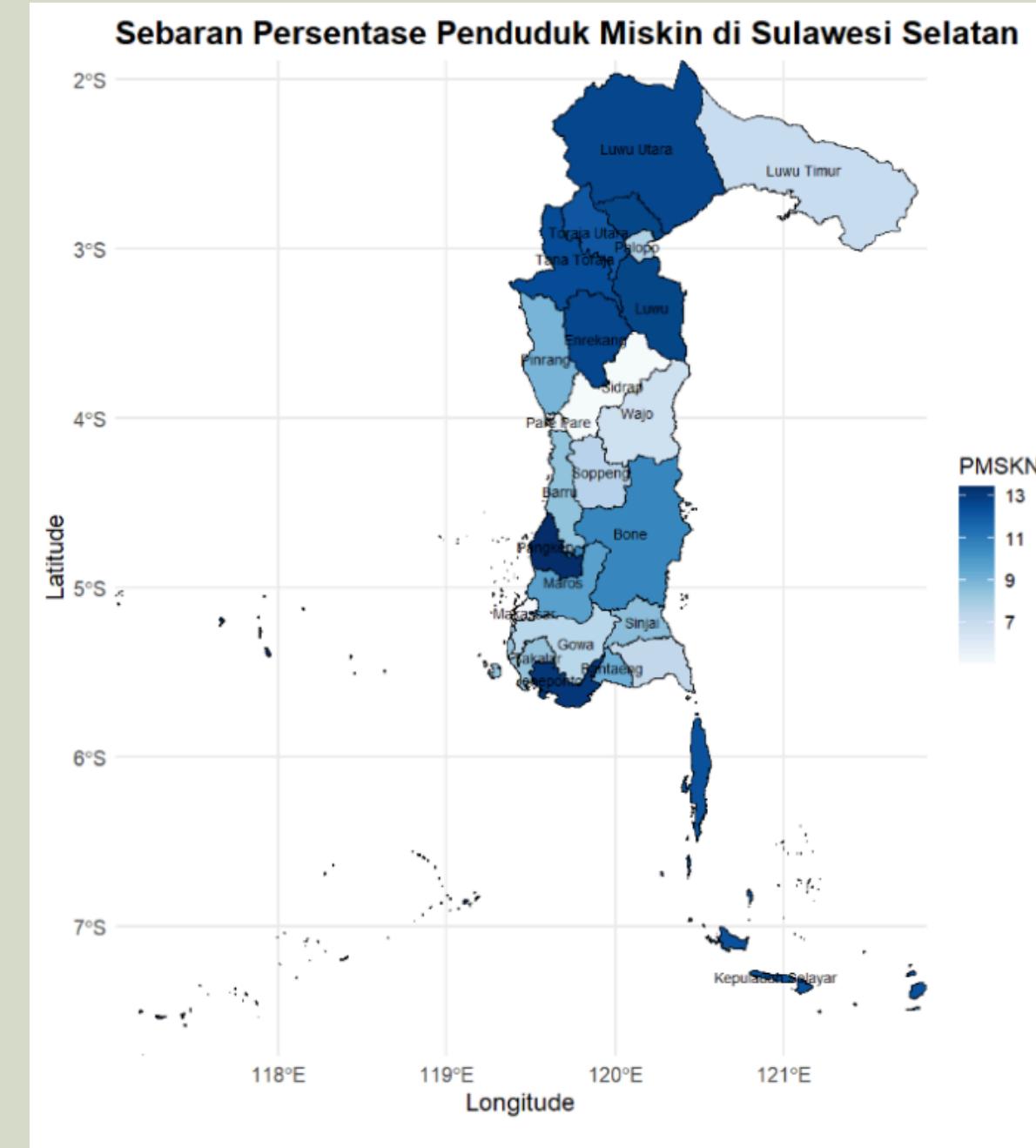
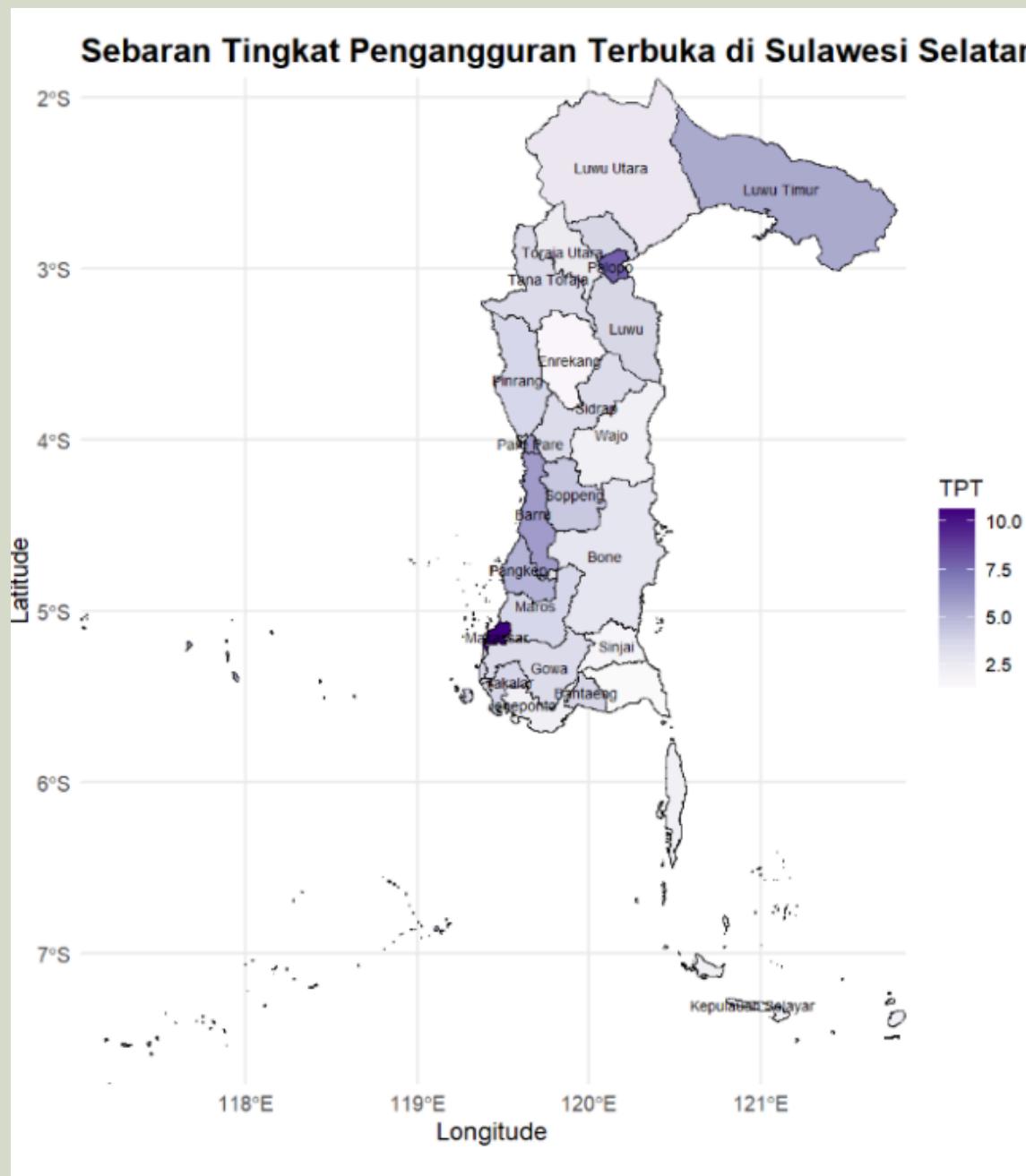
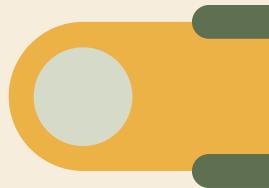
Boxplot Rata-rata Lama Sekolah



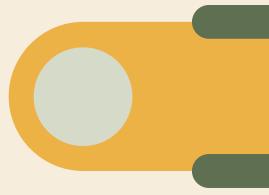
Boxplot Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja



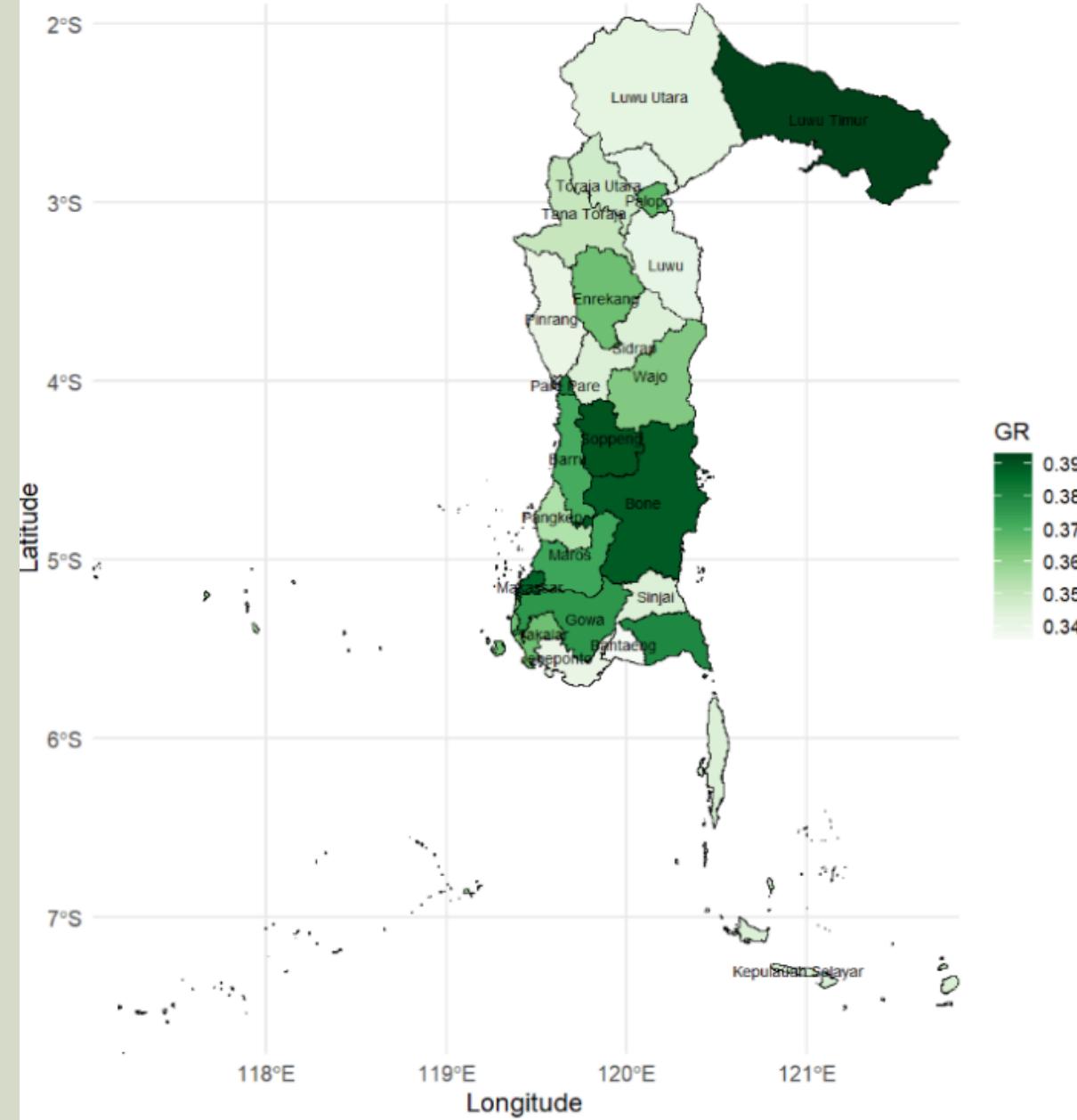
VISUALISASI PETA TIAP VARIABEL



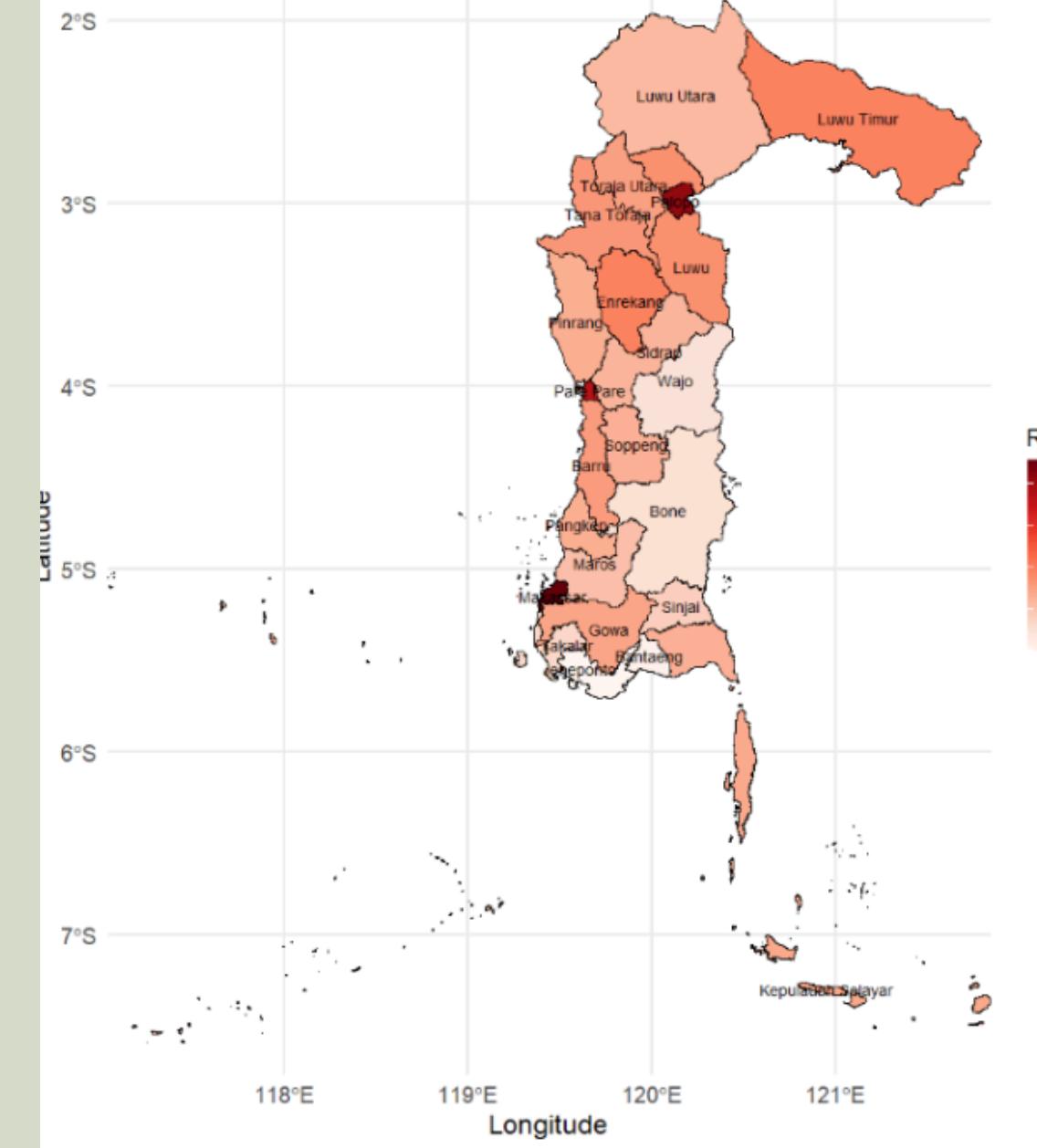
VISUALISASI PETA TIAP VARIABEL



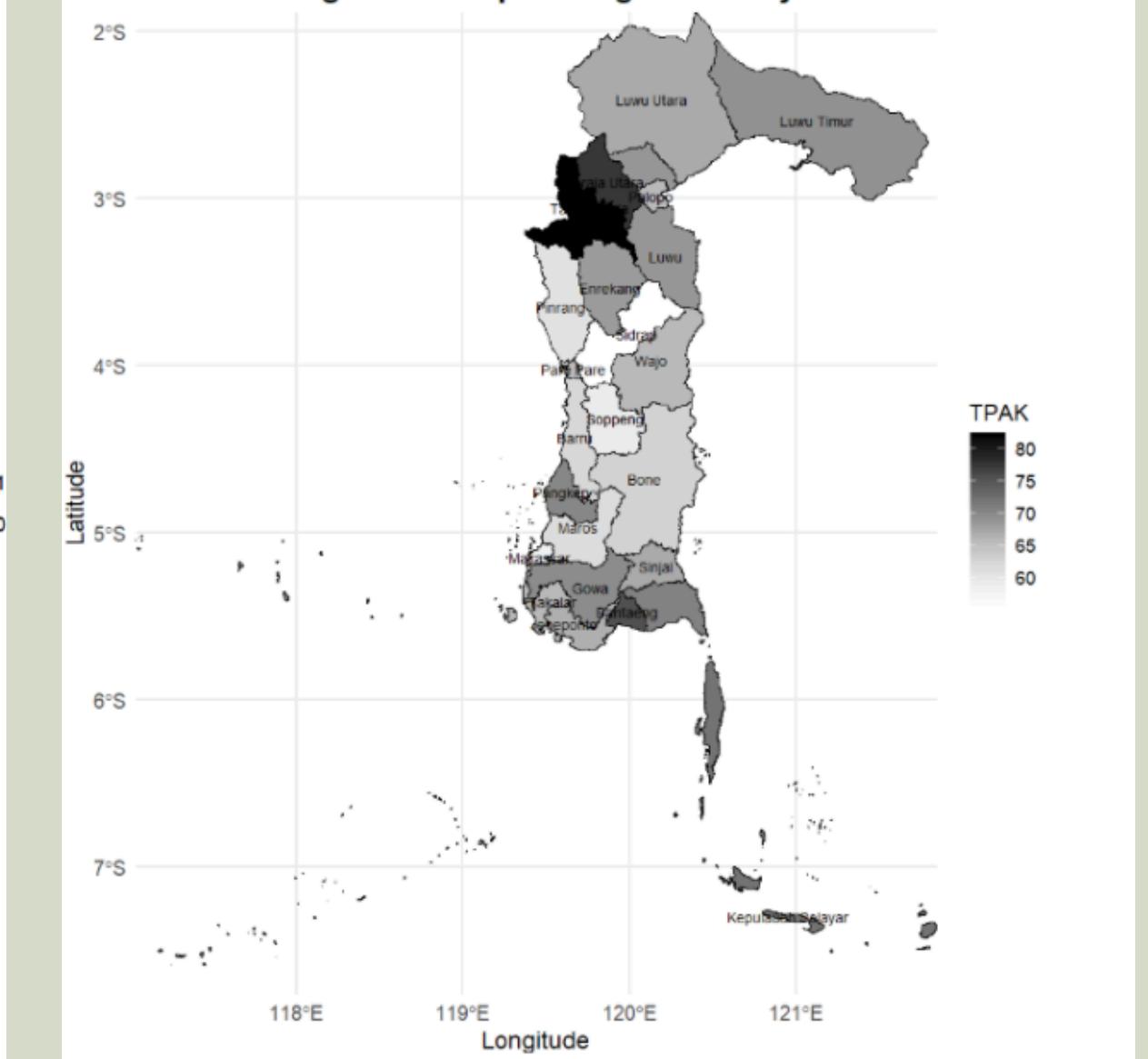
Sebaran Gini Ratio di Sulawesi Selatan



Sebaran Rata-rata Lama Sekolah di Sulawesi Selatan



Sebaran Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja di Sulawesi Selatan



REGRESI LINIER BERGANDA

Model Regresi

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \varepsilon_i$$

Y : TPT

X1 : PMSKN

X2 : DR

X3 : GR

X4 : RLS

X5 : TPAK

Hasil Regresi

```
> summary(mod)

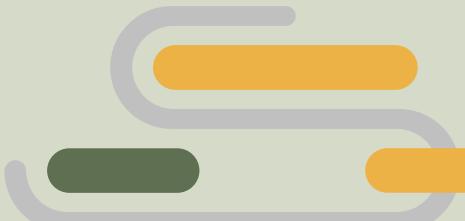
Call:
lm(formula = TPT ~ PMSKN + DR + GR + RLS + TPAK, data = data)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-2.65377 -0.59774  0.03377  0.57701  2.14925 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) -2.97391   9.49561  -0.313  0.757738    
PMSKN       -0.04206   0.14475  -0.291  0.774695    
DR          -0.06453   0.12834  -0.503  0.621204    
GR          6.58119  19.34494   0.340  0.737642    
RLS         1.34655   0.28627   4.704  0.000177 ***  
TPAK        -0.05552   0.05573  -0.996  0.332362    
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 1.389 on 18 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6679,    Adjusted R-squared:  0.5756 
F-statistic: 7.24 on 5 and 18 DF,  p-value: 0.0007122

>
> AIC(mod)
[1] 90.96621
```



REGRESI LINIER BERGANDA

TAKSIRAN MODEL

$$Y_i = -2.97391 - 0.04206X_{1i} - 0.06453X_{2i} + 6.58119X_{3i} + 1.34655X_{4i} - 0.05552X_{5i}$$

ANALISIS

Hasil uji global F dapat dilihat di mana nilai $F = 7,24$ dan $p\text{-value} = 0,0007122$. Karena nilai $p\text{-valuenya} < 0,05$, H_0 ditolak.

Model secara keseluruhan signifikan dan setidaknya terdapat satu variabel independen yang memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

Hasil uji T juga dapat dilihat dari summary pada kolom $\text{Pr}(>|t|)$ dan hanya variabel RLS satu-satunya variabel yang signifikan dengan nilai $\text{Pr}(>|t|) = 0.000177 < 0,05$.

Nilai AIC dari model tersebut adalah 90,96621 dan nilai koefisien determinasinya adalah 0,5756 yang berarti sekitar 57,56% variasi dalam variabel dependen TPT dapat dijelaskan oleh variabel independen PMSKN, DR, GR, RLS, TPAK.

UJI ASUMSI

- Uji Multikolinearitas
 - Uji Normalitas
 - Uji Autokorelasi
 - Uji Homoskedastisitas

UJI MULTIKOLINEARITAS



```
> vif(mod)
```

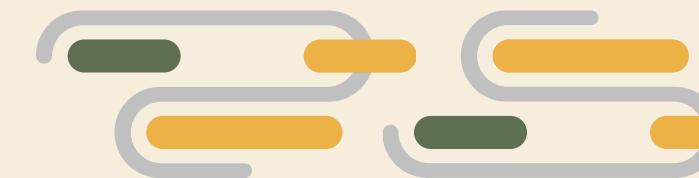
PMSKN	DR	GR	RLS	TPAK
1.881570	1.046895	1.537668	1.260880	1.387252

Berdasarkan hasil di atas, tidak ada nilai VIF yang lebih dari 10 sehingga tidak terjadi multikolinearitas pada model.

UJI ASUMSI

- Uji Multikolinearitas
- **Uji Normalitas**
- Uji Autokorelasi
- Uji Homoskedastisitas

UJI NORMALITAS



```
> shapiro.test(mod$residuals)  
Shapiro-Wilk normality test  
data: mod$residuals  
W = 0.96592, p-value = 0.5682
```

```
> ks.test(mod$residuals, "pnorm")  
Exact one-sample Kolmogorov-Smirnov test  
data: mod$residuals  
D = 0.12126, p-value = 0.8309  
alternative hypothesis: two-sided
```

```
> ad.test(mod$residuals)  
Anderson-Darling normality test  
data: mod$residuals  
A = 0.31778, p-value = 0.5162
```

Ketiga uji statistik memiliki p-value yang lebih besar dari 0.05 sehingga residual model dianggap memenuhi asumsi normalitas.

UJI ASUMSI

- Uji Multikolinearitas
- Uji Normalitas
- **Uji Autokorelasi**
- Uji Homoskedastisitas

UJI AUTOKORELASI



```
> dwtest(TPT ~ PMSKN + DR + GR + RLS + TPAK, data=data)

Durbin-Watson test

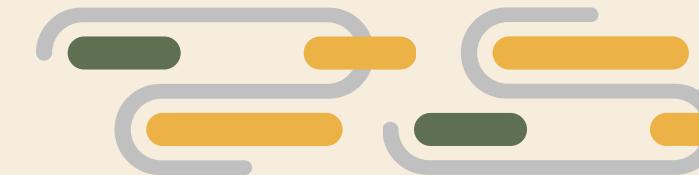
data: TPT ~ PMSKN + DR + GR + RLS + TPAK
DW = 1.3677, p-value = 0.04303
alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0
```

Didapatkan bahwa p-valuenya $0,04303 < 0,05$ sehingga H_0 ditolak. Terjadi autokorelasi pada residual model regresi.

UJI ASUMSI

- Uji Multikolinearitas
- Uji Normalitas
- Uji Autokorelasi
- **Uji Homoskedastisitas**

UJI HOMOSKEDASTISITAS



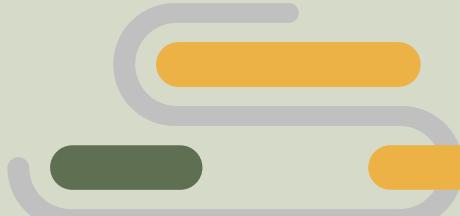
```
> bptest(mod)

studentized Breusch-Pagan test

data: mod
BP = 2.9761, df = 5, p-value = 0.7037
```

Didapatkan bahwa p-valuenya $0,7037 > 0,05$ sehingga H_0 diterima. Tidak terdapat heterogenitas pada model regresi atau dengan kata lain homoskedastisitas terpenuhi.

MODEL REGRESI SPATIAL



Uji Indeks Moran Var. Dependen

```
> moran.test(points_buffer$TPT, rwm, alternative = "two.sided")
Moran I test under randomisation

data: points_buffer$TPT
weights: rwm
n reduced by no-neighbour observations

Moran I statistic standard deviate = 0.74459,
p-value = 0.4565
alternative hypothesis: two.sided
sample estimates:
Moran I statistic      Expectation      Variance
0.09043194     -0.05263158     0.03691682
```

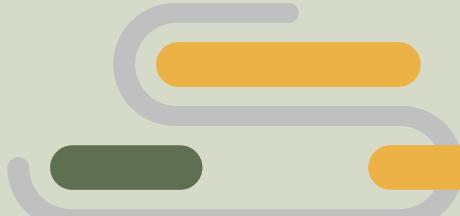
Didapatkan bahwa p-value=0,4565>0,05. Maka HO tidak ditolak artinya tidak terdapat dependensi spasial.

Uji Indeks Moran Var. Independen

Variabel	Statistik Uji I	p – value
PMSKN	0.6184	0.5363
DR	0.27777	0.7812
GR	0.48126	0.6303
RLS	0.35784	0.7205
TPAK	2.0192	0.04347

Variabel independen TPAK dengan p-value=0,04347<0,05, yang artinya menolak HO dan menunjukkan adanya dependensi spasial.

MODEL REGRESI SPATIAL



Uji Indeks Moran Residual

```
> lm.morantest(reg, rwm, alternative = "two.sided")  
  
Global Moran I for regression residuals  
  
data:  
model: lm(formula = TPT ~ PMSKN + DR + GR + RLS +  
TPAK, data = data)  
weights: rwm  
  
Moran I statistic standard deviate = -0.88936,  
p-value = 0.3738  
alternative hypothesis: two.sided  
sample estimates:  
Observed Moran I      Expectation      Variance  
-0.28318402     -0.08990113     0.04723191
```

p-value=0,3738>0,05, yang artinya bahwa tidak menolak H₀ dan tidak ada dependensi spasial.

Uji Lagrange Multiplier

Variabel	Statistik Uji LM	p – value	Kesimpulan
Spatial Error Model	2.2786	0.1312	Tidak Signifikan
Spatial Lag Model	4.5306	0.03329	Signifikan
Robust Spatial Error Model	0.064854	0.799	Tidak Signifikan
Robust Spatial Lag Model	2.3169	0.128	Tidak Signifikan
SARMA	4.5955	0.1005	Tidak Signifikan

Dapat dilihat bahwa uji Lagrange Multiplier pada Spatial Lag Model yang signifikan, artinya berdasarkan uji LM, model Spatial Autoregressive (SAR) merupakan model regresi yang cocok untuk data ini.

MODEL REGRESI SPATIAL

Koefisien	OLS	SAR	SEM	SLX
<i>Intercept</i>	-2.97391	-1.937531	11.479347	-6.250591
β_1 (PMSKN)	-0.04206	-0.054189	-0.257307	-0.056316
β_2 (DR)	-0.06453	-0.100268	-0.101144	-0.154001
β_3 (GR)	6.58119	6.903381	-23.401447	16.712665
β_4 (RLS)	1.34655	1.320888	1.204911	1.239268
β_5 (TPAK)	-0.05552	-0.049966	-0.034968	0.008982
<i>Lag PMSKN</i>	-	-	-	0.528246
<i>Lag DR</i>	-	-	-	-0.170550
<i>Lag GR</i>	-	-	-	32.467461
<i>Lag RLS</i>	-	-	-	0.121781
<i>Lag TPAK</i>	-	-	-	-0.138463
ρ	-	0.12331	-	-
λ	-	-	0.56964	-
Normalitas Residual	0.8309 (Terpenuhi)	0.7743 (Terpenuhi)	0.8442 (Terpenuhi)	0.785 (Terpenuhi)
Homogenitas Residual	0.7037 (Terpenuhi)	0.6203 (Terpenuhi)	0.8828 (Terpenuhi)	0.5886 (Terpenuhi)
Log-Likelihood	-38.48311	-37.87583	-37.16605	-34.41733
AIC	90.96621	91.75165	90.3321	92.83466

Koefisien	SDM	SDEM	SAC	GNSM
<i>Intercept</i>	-1.3612509	6.6792906	-16.2815043	6.489948
β_1 (PMSKN)	-0.1238649	-0.1298047	0.0978901	-0.130613
β_2 (DR)	-0.1325491	-0.1706819	-0.1866951	-0.169443
β_3 (GR)	5.6076276	-3.2971426	46.9620860	-3.296407
β_4 (RLS)	1.1725881	1.1129001	1.1940474	1.115915
β_5 (TPAK)	0.0014864	-0.0350602	-0.0078662	-0.033351
<i>Lag PMSKN</i>	0.5961189	0.5073117	-	0.519726
<i>Lag DR</i>	-0.1033661	-0.0980601	-	-0.097200
<i>Lag GR</i>	28.8298055	29.4164619	-	29.245800
<i>Lag RLS</i>	-0.2991685	-0.0090719	-	-0.038562
<i>Lag TPAK</i>	-0.1403953	-0.1553342	-	-0.154626
ρ	0.31128	-	0.29312	0.02978
λ	-	0.4985	-0.67591	0.47702
Normalitas Residual	0.8689 (Terpenuhi)	0.9889 (Terpenuhi)	0.9662 (Terpenuhi)	0.9854 (Terpenuhi)
Homogenitas Residual	0.4104 (Terpenuhi)	0.135 (Terpenuhi)	0.3751 (Terpenuhi)	0.1457 (Terpenuhi)
Log-Likelihood	-33.6843	-33.45859	-36.56037	-33.45639
AIC	93.3686	92.91717	91.12075	94.91279

MODEL TERBAIK

```
> summary(sem)

Call:
errorsarlm(formula = model, data = points_buffer, listw = rwm,
zero.policy = TRUE)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q 
-2.216182 -0.907125  0.095322  0.591625 
                               Max
                               1.702093

Type: error
Regions with no neighbours included:
Bone Kepulauan Selayar Luwu Timur Luwu Utara
Coefficients: (asymptotic standard errors)
              Estimate Std. Error z value
(Intercept) 11.479347  7.010781  1.6374
PMSKN       -0.257307  0.115050 -2.2365
DR          -0.101144  0.088390 -1.1443
GR         -23.401447 13.840113 -1.6908
RLS          1.204911  0.239277  5.0356
TPAK        -0.034968  0.047073 -0.7428
Pr(>|z|) 
(Intercept) 0.10155
PMSKN       0.02532
DR          0.25250
GR          0.09087
RLS          4.763e-07
TPAK        0.45758
```

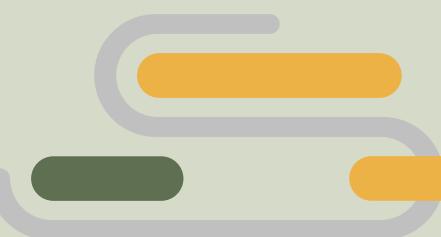
```
Lambda: 0.56964, LR test value: 2.6341, p-value: 0.10459
Asymptotic standard error: 0.14555
z-value: 3.9138, p-value: 9.0869e-05
Wald statistic: 15.318, p-value: 9.0869e-05

Log likelihood: -37.16605 for error model
ML residual variance (sigma squared): 1.1147, (sigma: 1.0558)
Number of observations: 24
Number of parameters estimated: 8
AIC: 90.332, (AIC for lm: 90.966)
```

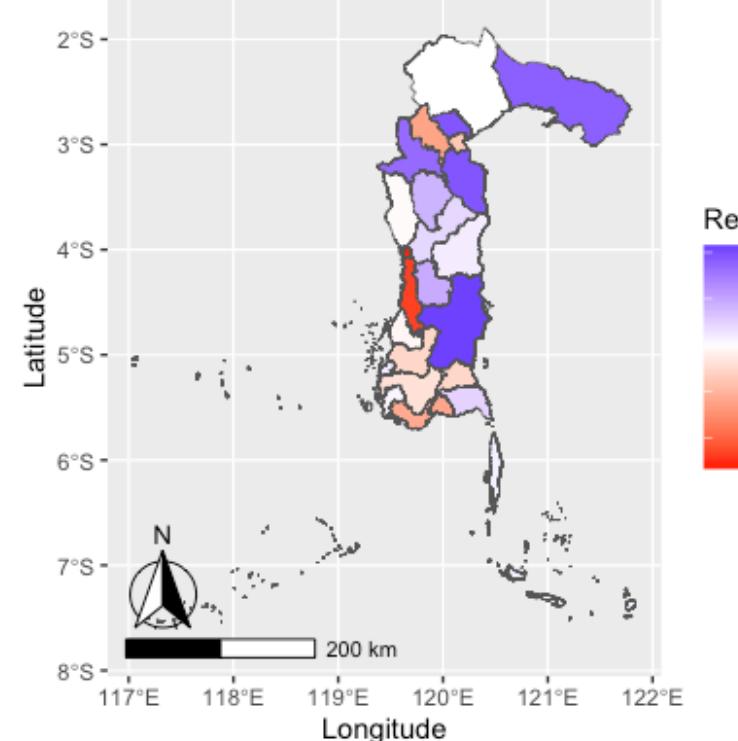
Model SEM yang sesuai untuk analisis regresi spasial Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Sulawesi Selatan tahun 2023 adalah

$$Y = 11,479 - 0,257(PMSKN) - 0,101(DR) - 23,401(GR) + 1,205(RLS) - 0,035(TPAK) + u$$
$$u = 0,569Wu + \epsilon$$

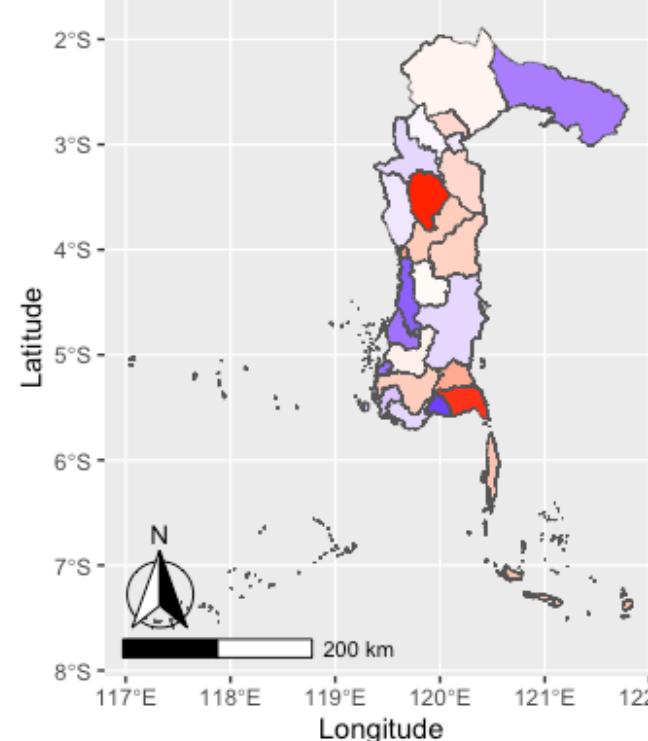
PLOT RESIDUAL MODEL



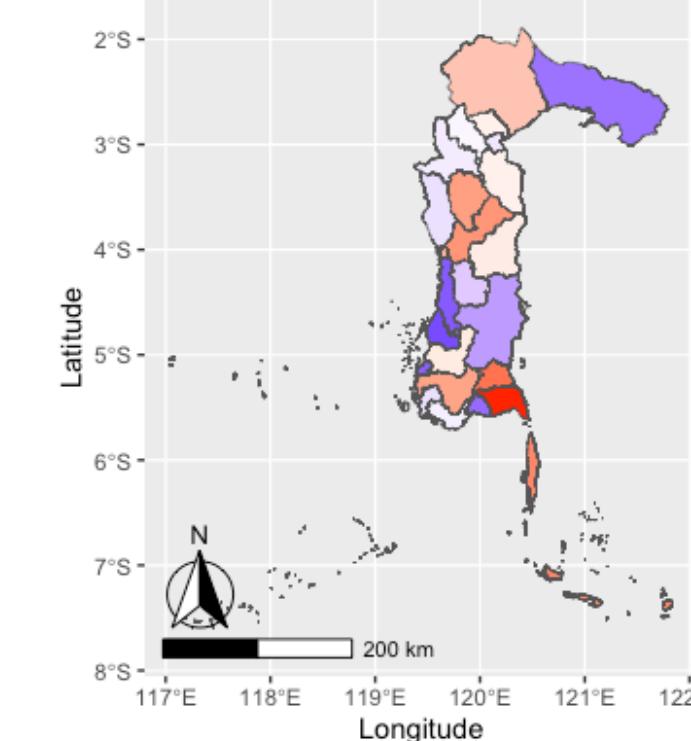
Residual Model Regresi Linier (OLS)



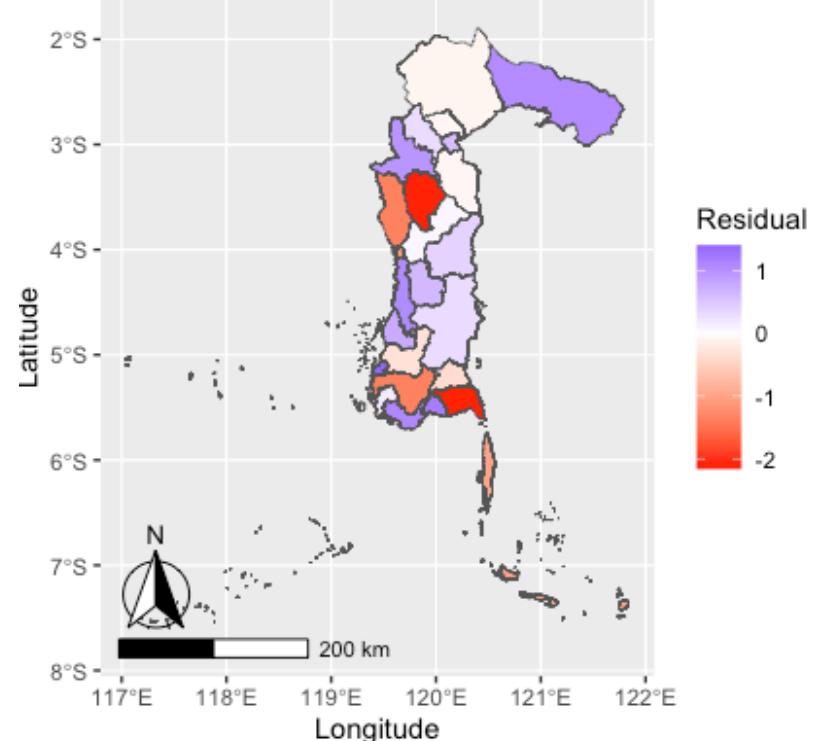
Residual Model Spatial Autoregressive (SAR)



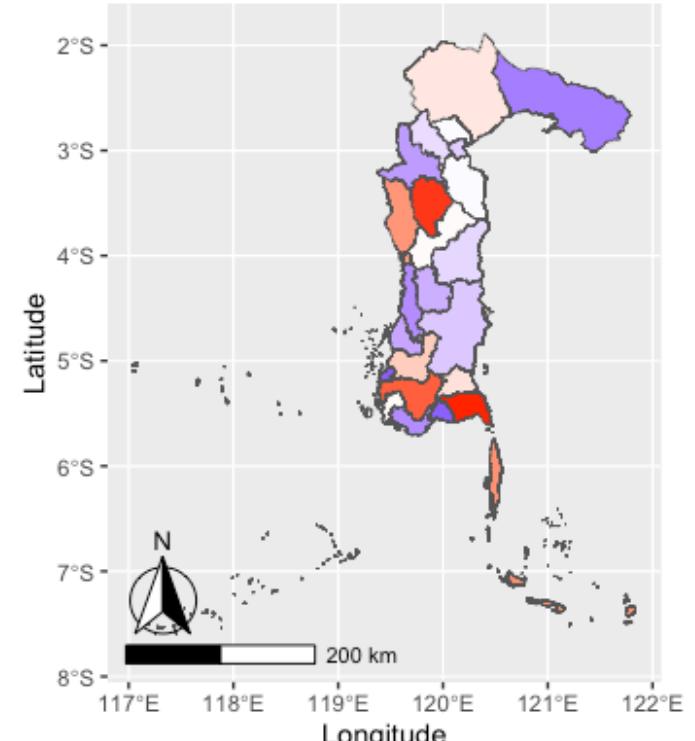
Residual Spatial Error Model (SEM)



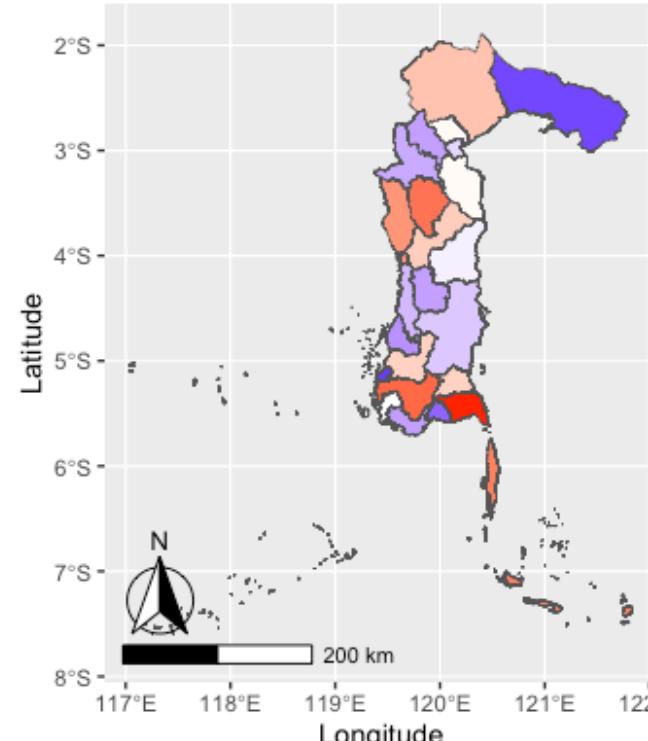
Residual Model Spatial Lag Exogenous (SLX)



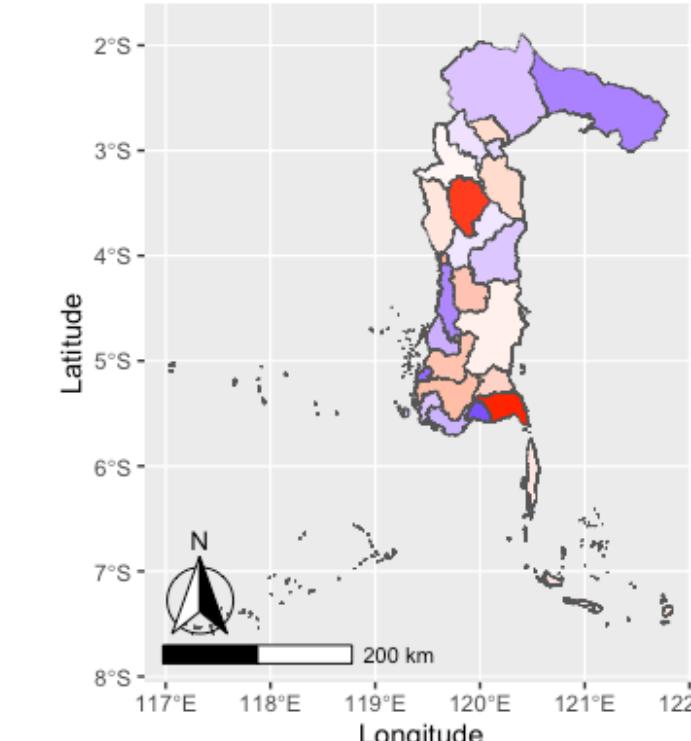
Residual Spatial Durbin Model (SDM)



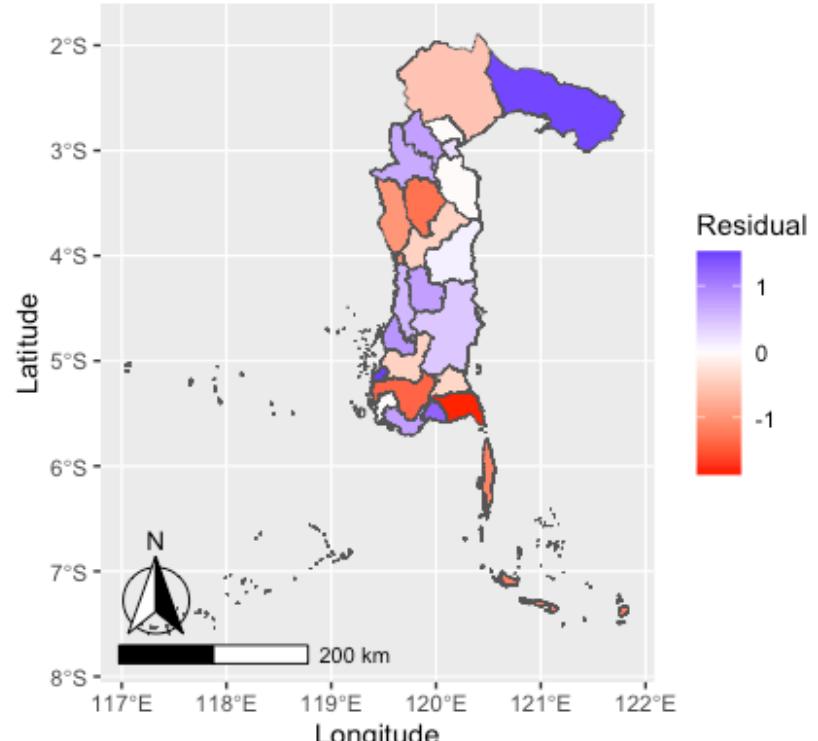
Residual Spatial Durbin Error Model (SDEM)



Residual Model Spatial Autoregressive Combined (SAC)



Residual General Nested Spatial Model (GNSM)



KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut.

1. Pemodelan hubungan antara tingkat pengangguran terbuka (TPT) dan faktor-faktor yang memengaruhinya dengan menggunakan regresi spasial dapat dilakukan dengan membangun model regresi linier terlebih dahulu dan dilanjutkan dengan melakukan uji indeks Moran ada untuk melihat ada atau tidaknya dependensi spasial. Selanjutnya, dibangun model SAR, SEM, SLX, SDM, SDEM, SAC, dan GNSM, serta dilakukan uji Lagrange Multiplier pada tiap-tiap model untuk melihat efek heteroskedastisitas spasial pada masing-masing model. Setelah itu, dilakukan pemilihan model terbaik dengan melihat nilai AIC yang terkecil.
2. Model regresi spasial terbaik untuk memodelkan data tingkat pengangguran terbuka Sulawesi Selatan pada tahun 2023 adalah Spatial Error Model (SEM).
3. Variabel yang paling signifikan dalam memodelkan tingkat pengangguran terbuka Sulawesi Selatan tahun 2023 adalah persentase jumlah penduduk miskin dan rata-rata lama sekolah.



THANK YOU