

# ANALISIS GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION (GWR) PADA KASUS COVID-19 DI INGGRIS

## MAKALAH

Ammar Hanafi (2206051582)

Norman Mowlana Aziz (2206025470)

Kirono Dwi Saputro (2106656365)

Devana Solea (2306262402)

Program Studi Sarjana Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Indonesia

Juni 2026



# Daftar Isi

1 Pendahuluan

2 Metodologi

3 Hasil dan Pembahasan

4 Kesimpulan



# Latar Belakang dan Tujuan

## Latar Belakang

- COVID-19 memiliki dampak spasial yang tidak seragam.
- Faktor risiko (etnis, kesehatan) mungkin memiliki pengaruh yang berbeda di setiap wilayah (Heterogenitas Spasial).
- Regresi Global (OLS) mengasumsikan parameter konstan, yang mungkin bias.

## Tujuan

- Memodelkan tingkat kasus COVID-19 di Inggris.
- Menganalisis pengaruh Deprivasi (IMD), Penyakit, dan Kepadatan Hunian.
- Membandingkan model OLS dan GWR.
- Memetakan variasi koefisien lokal.



**Unit Analisis:** Upper Tier Local Authorities ( $n=149$ ) di Inggris.

Variabel	Deskripsi
$Y$ (Dependen)	Rate COVID-19 per 100k penduduk
$X_1$ (Independen)	Index of Multiple Deprivation (IMD)
$X_2$ (Independen)	Proporsi Penyakit Jangka Panjang
$X_3$ (Independen)	Proporsi Rumah Tangga Padat (Crowded)

*\*Seluruh variabel dilakukan standardisasi (Z-score) sebelum pemodelan agar koefisien dapat diperbandingkan.*



# Metode Analisis

- ① **Analisis Deskriptif:** Eksplorasi data dan peta sebaran.
- ② **Global OLS:**  $Y = \beta_0 + \beta_1 \text{IMD} + \beta_2 \text{Illness} + \beta_3 \text{Crowded} + \epsilon$
- ③ **Uji Asumsi:** Breusch-Pagan Test untuk heteroskedastisitas.
- ④ **GWR (Geographically Weighted Regression):**

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \epsilon_i$$

Menggunakan kernel *Adaptive Bisquare*.

- ⑤ **Diagnostik:** Local Condition Number (Multikolinearitas).



# Wilayah Studi dan Data Referensi



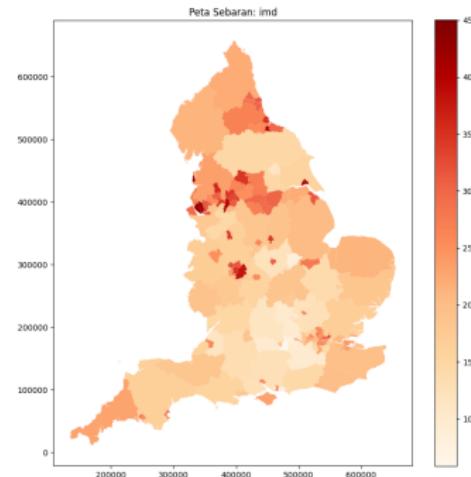
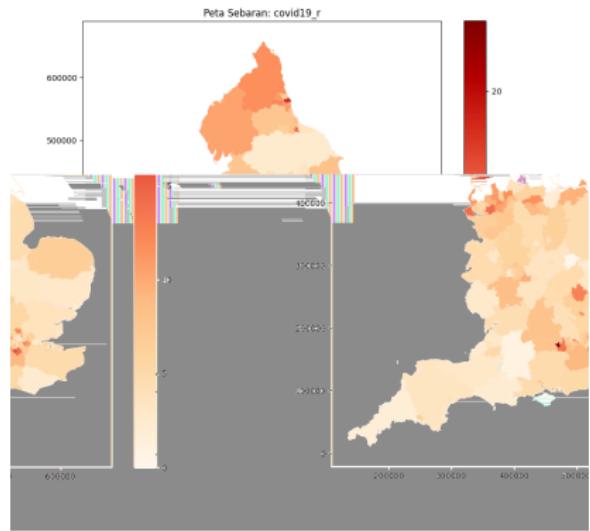
Peta Batas Wilayah & Koordinat

## Sampel Data (Lokasi & Variabel):

	Region Name	Longitude	Latitude
0	Hartlepool	-1.2702	54.6761
1	Middlesbrough	-1.2110	54.5447
2	Redcar and Cleveland	-1.0061	54.5675
3	Stockton-on-Tees	-1.3066	54.5569
4	Darlington	-1.5683	54.5353
5	Halton	-2.6885	53.3342
6	Warrington	-2.5617	53.3916
7	Blackburn with Darwen	-2.4636	53.7008
8	Blackpool	-3.0220	53.8216
9	Kingston upon Hull, City of	-0.3038	53.7692



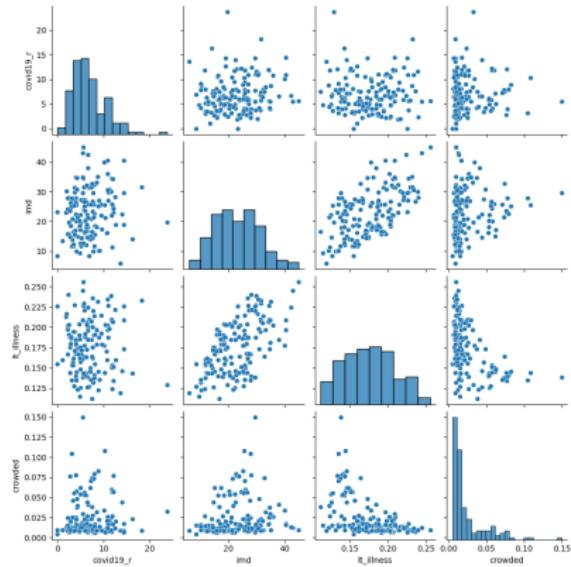
# Eksplorasi Data



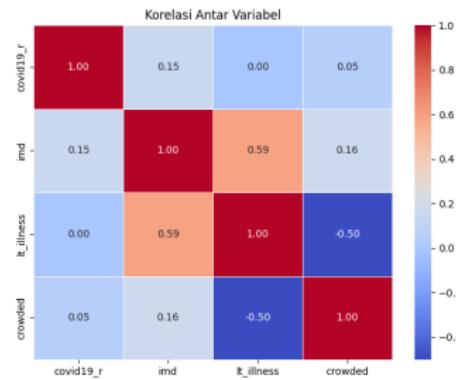
Pola spasial terlihat mengelompok (cluster), mengindikasikan autokorelasi spasial.



# Korelasi Antar Variabel



Pairplot Distribusi Variabel



Matriks Korelasi



# Hasil Model Global (OLS)

Dep. Variable:	covid19_r	R-squared:	0.038			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.018			
Method:	Least Squares	F-statistic:	1.892			
Date:	Mon, 09 Feb 2026	Prob (F-statistic):	0.134			
Time:	10:09:32	Log-Likelihood:	-208.06			
No. Observations:	149	AIC:	424.1			
Df Residuals:	145	BIC:	436.1			
Df Model:	3					
Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	2.427e-16	0.081	2.99e-15	1.000	-0.160	0.160
imd	0.3031	0.134	2.254	0.026	0.037	0.569
lt_illness	-0.2345	0.153	-1.529	0.129	-0.538	0.069
crowded	-0.1139	0.125	-0.908	0.365	-0.362	0.134
Omnibus:	35.401	Durbin-Watson:	1.703			
Prob(Omnibus):	0.000	Jarque-Bera (JB):	60.676			
Skew:	1.141	Prob(JB):	6.67e-14			
Kurtosis:	5.138	Cond. No.	3.50			

Notes:

[1] Standard Errors assume that the covariance matrix of the errors is correctly specified.

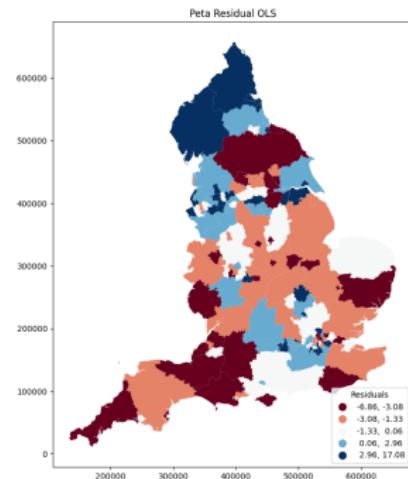
- $R^2$  rendah (0.038).
- Hanya variabel IMD yang signifikan pada taraf nyata 5%.
- Model global kurang mampu menjelaskan variasi data.



# Bukti Heterogenitas Spasial

## Uji Breusch-Pagan

- p-value = 0.8739 ( $> 0.05$ )
- Secara statistik gagal tolak  $H_0$ .
- NAMUN... visualisasi residual berkata lain.



Peta Residual OLS (Clustered)



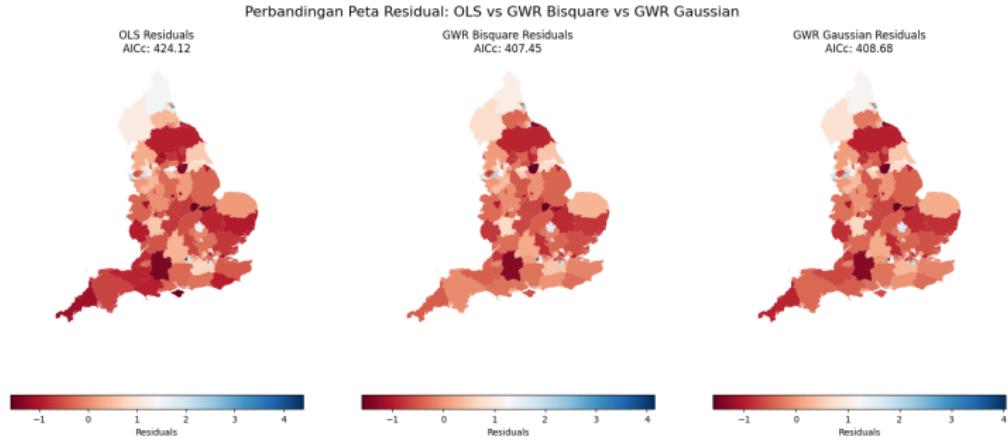
# Perbandingan Model GWR (Bisquare vs Gaussian)

Model	AICc	R2	Adj. R2
OLS	424.1189	0.0377	0.0178
GWR Bisquare	407.4528	0.2044	0.1579
GWR Gaussian	408.6839	0.1967	0.1503

- **Adaptive Bisquare** terpilih sebagai model terbaik.
- **AICc Terendah:** 797.0 (vs Gaussian 798.2 vs OLS 813.6).
- **$R^2$  Tertinggi:** 0.204 (vs Gaussian 0.197 vs OLS 0.038).
- Model lokal (GWR) jauh lebih unggul dibanding Global.



# Perbandingan Residual (Goodness of Fit)

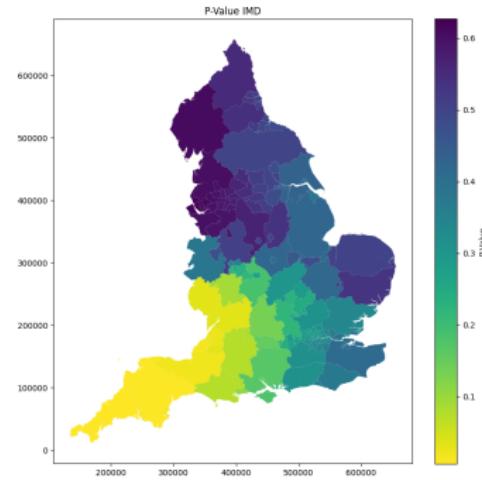
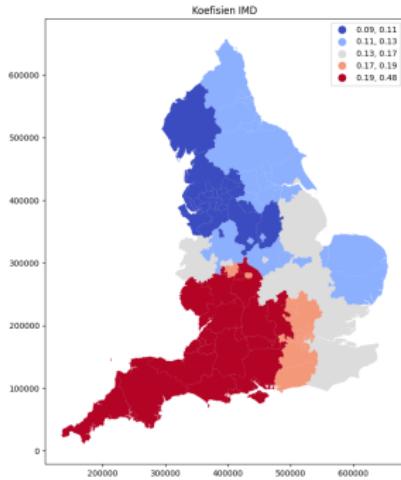


Perbandingan Residual: OLS (Kiri) vs GWR Bisquare (Tengah) vs GWR Gaussian (Kanan)

Residual GWR lebih acak dan variansnya lebih kecil, menandakan model lebih fit.



# Peta Koefisien Lokal: IMD

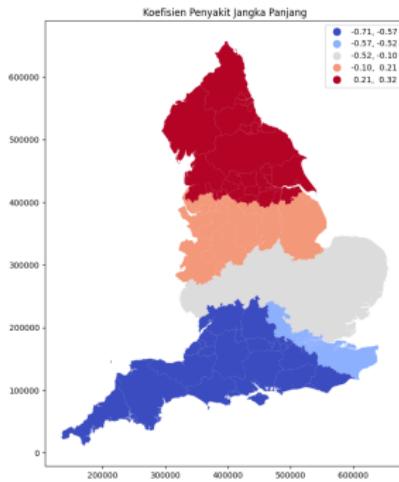


Koefisien

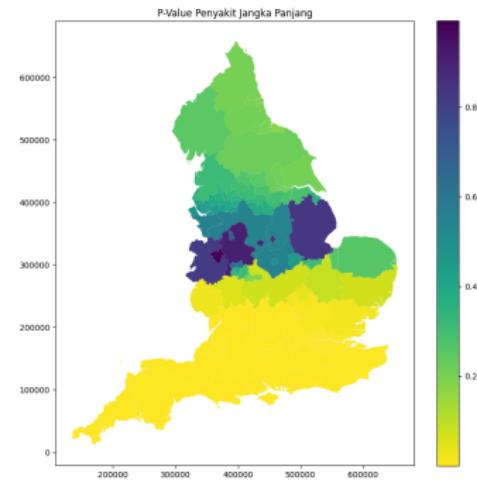
- P-value rendah (gelap) menunjukkan pengaruh signifikan.
- Semakin tinggi deprivasi, semakin tinggi kasus COVID-19 (Koefisien Positif/Merah).



# Peta Koefisien Lokal: Penyakit Jangka Panjang



Koefisien

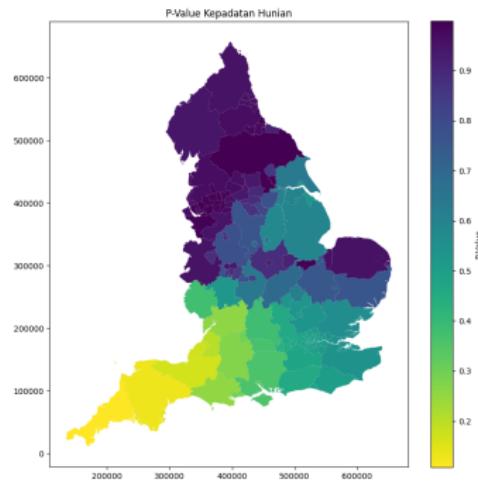
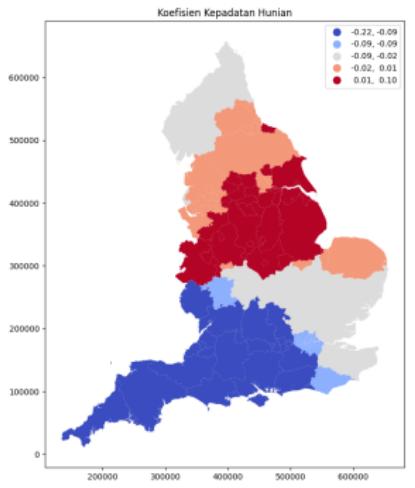


P-Value

- Signifikan hanya di sebagian wilayah (cluster tertentu).
- Mengungkap hubungan lokal yang tidak terlihat di OLS (Global tidak signifikan).



# Peta Koefisien Lokal: Kepadatan Hunian



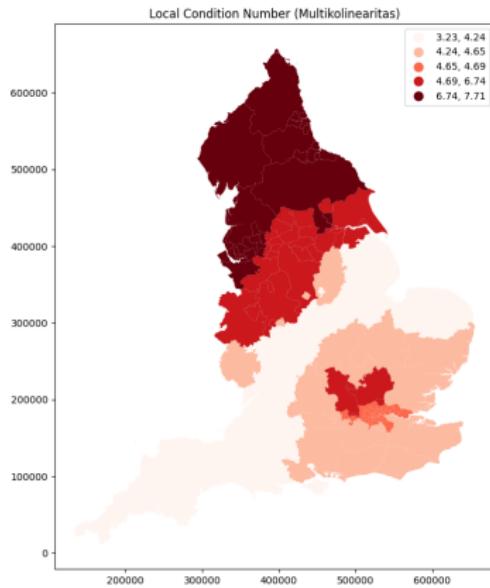
Koefisien

P-Value

- Variasi pengaruh kepadatan hunian terlihat jelas.
- Signifikansi terbatas pada area spesifik (p-value rendah).



# Diagnostik Multikolinearitas Lokal



**Condition Number > 30** di seluruh wilayah.  
Model GWR stabil dan tidak mengalami masalah multikolinearitas lokal



# Kesimpulan

- ① **Standardisasi Data:** Penting untuk membandingkan pengaruh relatif variabel ( $X_1, X_2, X_3$ ).
- ② **Superioritas GWR:** Kernel **Adaptive Bisquare** meningkatkan  $R^2$  dari 0.038 (OLS) menjadi 0.204.
- ③ **Heterogenitas Spasial:**
  - **IMD:** Konsisten berpengaruh positif signifikan.
  - **Illness & Crowded:** Pengaruhnya bersifat lokal (hanya signifikan di beberapa area).
- ④ **Implikasi:** Kebijakan kesehatan harus mempertimbangkan karakteristik lokal masing-masing wilayah.



# Daftar Pustaka I

-  Rey, S. J., Arribas-Bel, D., & Wolf, L. J. (2020). *Geographic Data Science with Python*.
-  Fotheringham, A. S., et al. (2002). *Geographically Weighted Regression*. Wiley.
-  Oshan, T. M., et al. (2019). mgwr: A Python implementation of multiscale GWR. *IJGI*.



# Terima Kasih

