

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



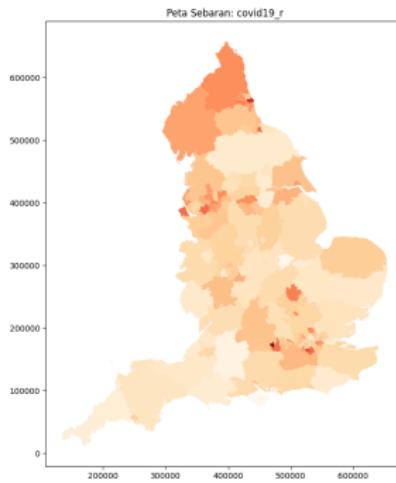
Peta Batas Wilayah & Koordinat

Sampel Data (Lokasi & Variabel):

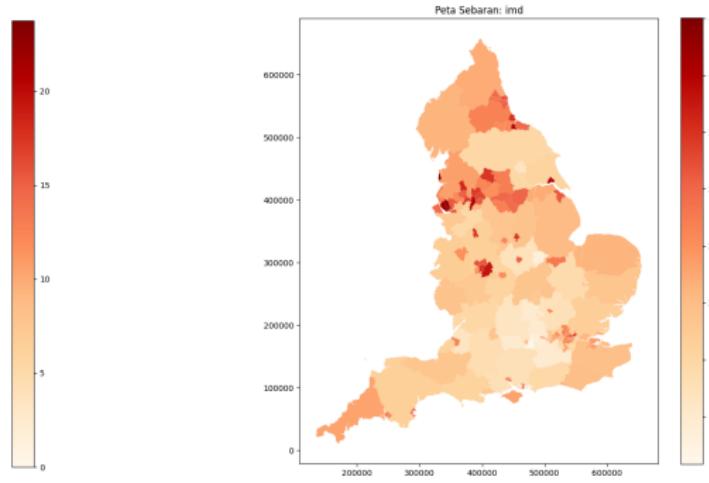
	Region Name	Longitude	Latitude
0	Hartlepool	-1.2702	54.6761
1	Middlesbrough	-1.2110	54.5447
2	Redcar and Cleveland	-1.0061	54.5675
3	Stockton-on-Tees	-1.3066	54.5569
4	Darlington	-1.5683	54.5353
5	Halton	-2.6885	53.3342
6	Warrington	-2.5617	53.3916
7	Blackburn with Darwen	-2.4636	53.7008
8	Blackpool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



Eksplorasi Data



Sebaran Kasus COVID-19

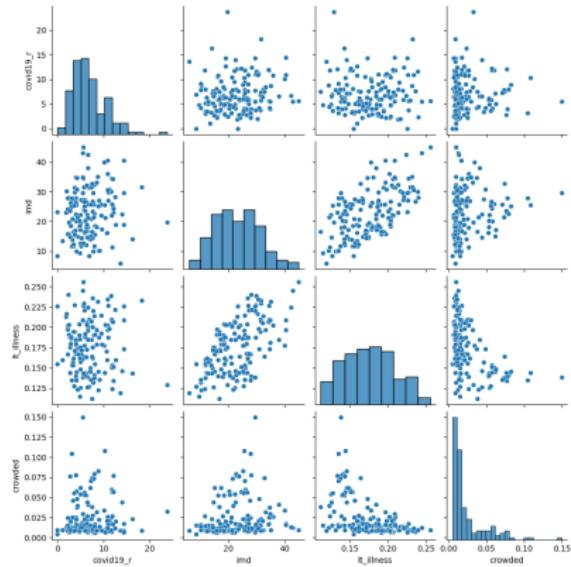


Sebaran Skor IMD (Deprivasi)

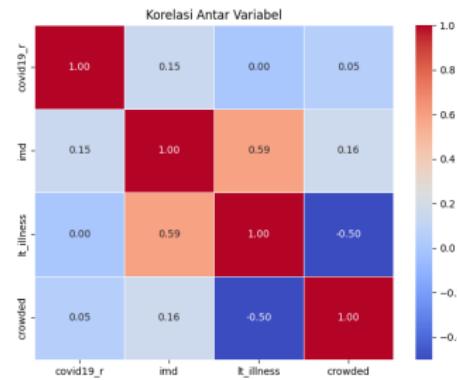
Pola spasial terlihat mengelompok (cluster), mengindikasikan autokorelasi spasial.



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.

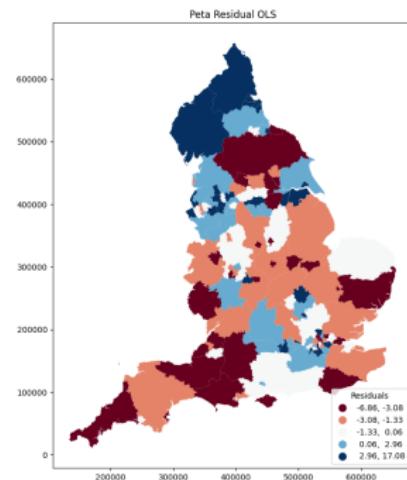
- R^2 rendah (0.038).
- Hanya variabel IMD yang signifikan pada taraf nyata 5%.
- Model global kurang mampu menjelaskan variasi data.



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)



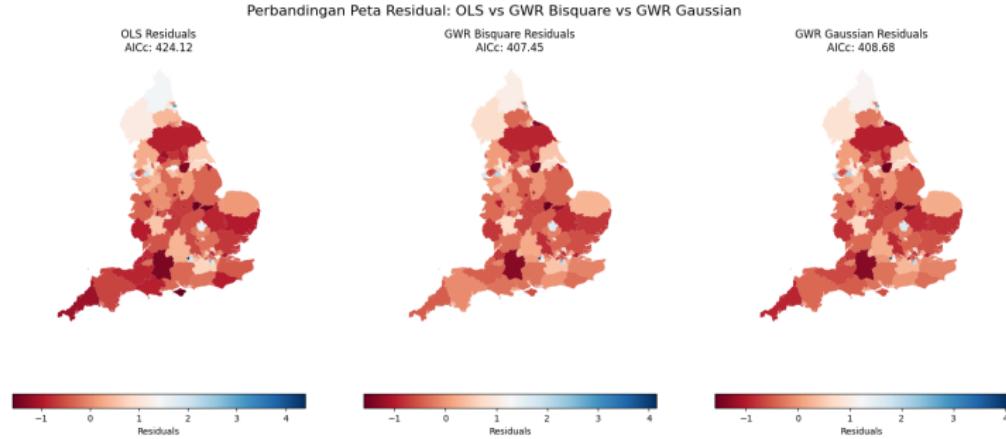
Perbandingan Model GWR (Bisquare vs Gaussian)

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)

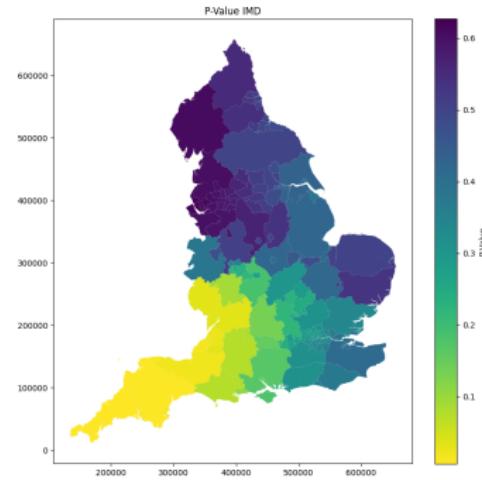
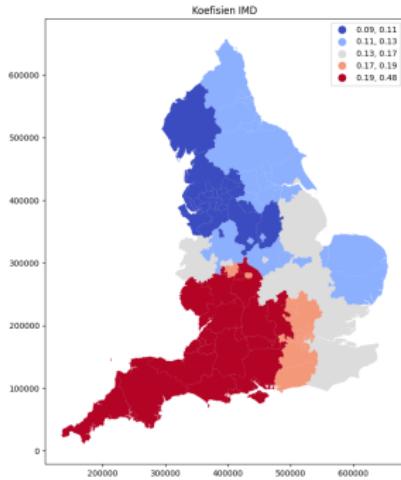


Perbandingan Residual: OLS (Kiri) vs GWR Bisquare (Tengah) vs GWR Gaussian (Kanan)

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



Peta Koefisien Lokal: IMD

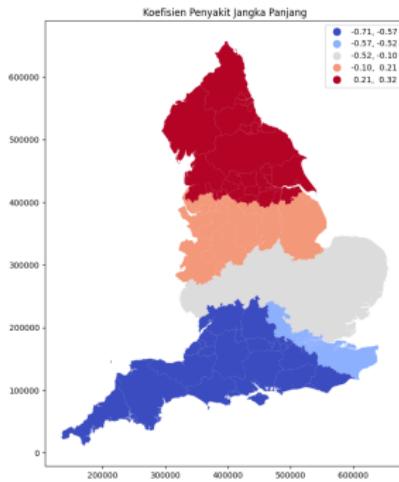


Koefisien

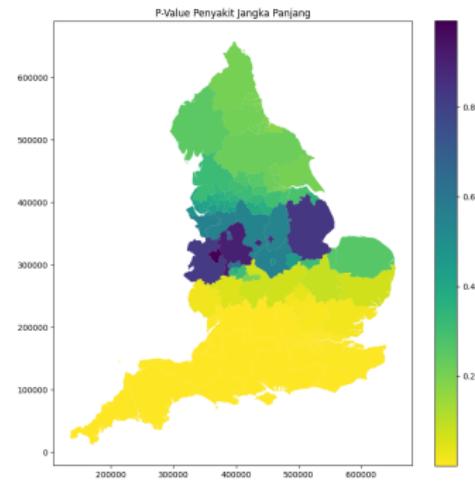
- P-value rendah (gelap) menunjukkan pengaruh signifikan.
- Semakin tinggi deprivasi, semakin tinggi kasus COVID-19 (Koefisien Positif/Merah).



Peta Koefisien Lokal: Penyakit Jangka Panjang



Koefisien

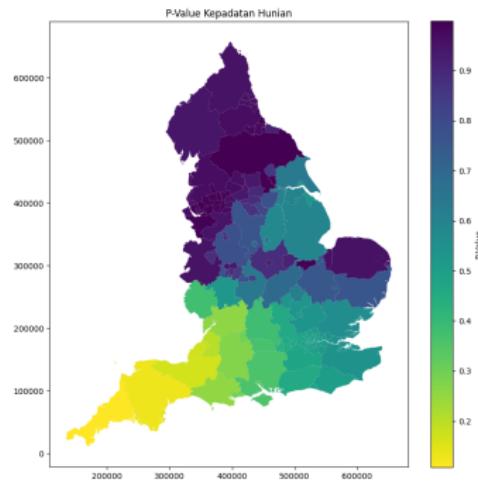
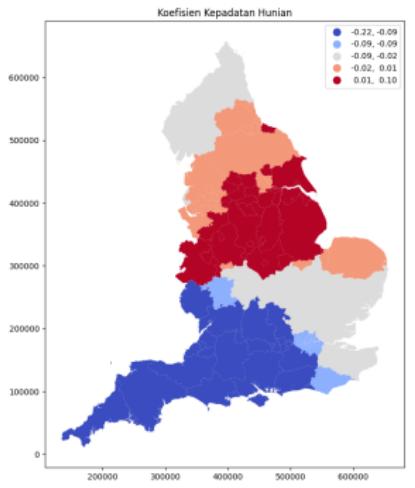


P-Value

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



Peta Koefisien Lokal: Kepadatan Hunian



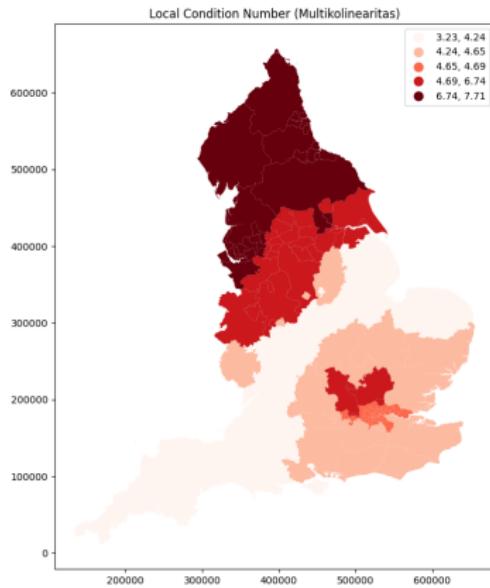
Koefisien

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

