

Pemodelan kasus tingkat kemiskinan di Indonesia periode 2015-2021 dengan model regresi panel terboboti geografis

(Modeling cases of poverty rates in Indonesia over the period 2016-2021 using geographically weighted panel regression model)

Hafsah Kurnia, Irma Fauziah, Madona Yunita Wijaya*

Program Studi Matematika, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

*korespondensi: madona@uinjkt.ac.id

Received: 23-05-2023, accepted: 11-09-2024

Abstract

Poverty is a major concern of the Indonesian government and the government's efforts to reduce poverty are a national development priority. Therefore, it is interesting to identify the factors that influence poverty in Indonesia. Considering a spatial perspective, Geographically Weighted Panel Regression (GWPR) method is applied to the panel data set of 34 Indonesia provinces over the period 2016-2021. The best fitted model is found when using the adaptive kernel weighting function with poverty rate, length of schooling, provincial minimum wage, human development index, literacy rate, and unemployment rate as the predictor variables. The result suggests that provinces in Indonesia can be divided into seven groups based on significant predictors on poverty rate. The fixed effect GWPR model is the final model selected for the data which can explain about 75.64% of the variability in poverty rate in Indonesia.

Keywords: Fixed effect model, geographically weighted panel regression, adaptive kernel

MSC2020: 62P25

1. Pendahuluan

Kemiskinan didefinisikan sebagai sebagai ketidakmampuan individu atau sekelompok orang dalam pemenuhan dasar yang meliputi sandang, pangan, papan, perumahan, pendidikan, kesehatan, pekerjaan, air bersih, sumber daya alam dan lingkungan, keamanan, serta hak-hak sosial dan politik [1]. Indonesia sebagai negara berkembang tentu memiliki masalah besar dengan kemiskinan, sehingga pemerintah menjadikan sebagai salah satu priritas utama pembangunan nasional terkait penanggulangan kemiskinan.

Hingga saat ini, kemiskinan di Indonesia merupakan masalah yang terus berlanjut. Hasil survei yang dilakukan Badan Pusat Statistik (BPS), pandemik Covid-19 berdampak signifikan terhadap pelonjakan tingkat kemiskinan di Indonesia. Tingkat kemiskinan per September 2020 dilaporkan mengalami kenaikan, yaitu dari 9,22% pada September 2019 menjadi 10,19% pada September 2020.

Dalam mempelajari dinamika kemiskinan Indonesia, penting untuk mengamati satu unit dalam beberapa periode. Penelitian sebelumnya, regresi data panel dapat digunakan untuk memodelkan produktivitas ekonomi di luar pulau Jawa berdasarkan infrastruktur, tetapi tidak dapat menangani korelasi antara masing-masing lokasi [2]. Artinya regresi data panel tidak dapat mengatasi efek spasial. Penelitian sebelumnya menggunakan Geographically Weighted Panel Regression (GWPR) dengan fixed effect model (FEM), dan fungsi pembobotnya adalah fixed kernel biquare, bahwa hasil analisis memberikan proporsi yang signifikan dari rumah tangga yang bersih dan sehat dengan nilai R-square sebesar 67,6% [3]. Mengingat kemiskinan adalah kejadian yang mengandung unsur heterogenitas spasial, yang umumnya ditandai dengan adanya pengelompokan masyarakat miskin di suatu daerah tertentu. Untuk mengatasi masalah heterogenitas spasial, dikembangkan metode GWPR atau bisa disebut juga Regresi Panel Terboboti Geografis (RPTG). Metode ini adalah metode kombinasi antara model regresi data panel dengan Geographically Weighted Regression (GWR) atau bisa disebut juga Regresi Terboboti Geografis (RTG). Model RPTG memberikan hasil estimasi yang cukup baik karena mempertimbangkan aspek waktu dan aspek spasial secara bersamaan di beberapa penelitian terdahulu [4]–[8].

Meskipun penelitian sebelumnya telah memberikan kontribusi signifikan untuk memahami dinamika kemiskinan di Indonesia, namun masih ada kesenjangan dalam literatur mengenai pemeriksaan komprehensif mengenai heterogenitas spasial kemiskinan dan faktor-faktor penyebabnya di berbagai wilayah dari waktu ke waktu, terutama untuk periode 2016 hingga 2021. Oleh karena itu, kami tertarik untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab tingginya tingkat kemiskinan pada periode tahun 2016-2021 di Indonesia. Penelitian ini menggunakan data panel yang mengamati tingkat kemiskinan di Indonesia dari beberapa wilayah dalam waktu ke waktu. Penulis juga melibatkan aspek spasial dengan menggunakan metode Regresi Panel Terboboti Geografis (RPTG) untuk mendapatkan model regresi pada setiap provinsi yang ada di Indonesia.

2. Metodologi

Data panel adalah data yang mengkombinasikan informasi karakteristik data atas beberapa objek (data *cross section*) dan meliputi beberapa waktu (data runtun waktu), sehingga memungkinkan untuk melakukan pengamatan berulang pada unit yang sama dari waktu ke waktu [9]. Kelebihan dari penggunaan regresi data panel adalah jumlah observasi yang banyak dan lebih fleksibel, dan juga dapat mengurangi terjadinya multikolinieritas antar data, sehingga perolehan hasil analisis lebih efektif [10]. Persamaan umum model regresi data panel dapat dieskpresikan sebagai [11]:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + u_{it}$$

dengan Y_{it} adalah nilai variabel respon untuk pengamatan ke- i pada periode waktu ke- t , α_{it} adalah intersep untuk unit *cross section* ke- i pada periode waktu ke- t ,

β_j koefisien regresi data panel (*slope*) pada variabel prediktor ke- j , dan u_{it} adalah komponen error unit *cross section* ke- i pada periode waktu ke- t .

Beberapa model yang umum digunakan untuk menganalisis data panel, antara lain *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM), dan *Random Effect Model* (REM). Model CEM mengasumsikan semua unit *cross section* dan unit runtun waktu memiliki nilai intersep dan koefisien regresi yang sama [12]. Model FEM mengasumsikan bahwa intersep memiliki nilai yang berbeda untuk setiap unit *cross section*, tetapi intersep untuk unit runtun waktu sama/konstan dan mengasumsikan bahwa *slope* bersifat konstan [13], [14]. Sebaliknya pada model REM, intersep (α_i) tidak dipandang sebagai variabel tetap, tetapi diasumsikan sebagai peubah acak yang diasumsikan berdistribusi normal [11].

Untuk menentukan model terbaik antara model CEM, FEM, dan REM perlu dilakukan uji pemilihan model secara statistik dengan menggunakan uji Chow dan uji Hausman. Statistik uji Chow mengikuti distribusi Fisher dengan derajat kebebasan $N - 1$ dan $NT - N - K$ [10]. Hipotesis nihil bahwa CEM lebih cocok untuk data ditolak jika nilai statistik uji F-hitung lebih besar dari F-tabel atau jika *p-value* lebih kecil dari taraf signifikansi (umumnya, $\alpha = 5\%$). Selanjutnya, uji Hausman digunakan untuk menentukan apakah FEM atau REM yang lebih baik digunakan dalam menganalisis data panel. Statistik uji *Hausman* mengikuti distribusi *Chi-square* dengan derajat kebebasan sejumlah banyaknya variabel prediktor di dalam model (K). Jika nilai statistik uji lebih besar dari dari tabel *Chi-square*, maka hipotesis nihil ditolak, yang mengindikasikan bahwa model yang lebih baik untuk data adalah FEM [15], [16].

Untuk mengidentifikasi adanya heterogenitas wilayah antar provinsi maka perlu dilakukan uji heterogenitas spasial. Heterogenitas spasial adalah kondisi ketika variabel independent yang sama memberikan respon yang berbeda pada wilayah yang berbeda. Pengujian heterogenitas spasial dapat dilakukan dengan uji Breusch-Pagan [17]. Jika teruji terdapat aspek heterogenitas spasial maka model regresi panel terboboti geografis (RPTG) dapat dijadikan rujukan untuk pemodelan data. Model RPTG merupakan pengembangan dari model RTG (Regresi Terboboti Geografis) untuk memperkirakan koefisien yang bervariasi secara spasial (non-stasioner spasial) dengan data panel [3], [18]:

$$\dot{y}_{it} = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^K \beta_k(u_i, v_i)\dot{x}_{itk} + \dot{\epsilon}_{it}$$

dengan

- \dot{y}_{it} : nilai respon pada pengamatan ke- i dan waktu ke- t ;
- \dot{x}_{it} : nilai variabel prediktor pada pengamatan ke- i dan waktu ke- t ;
- (u_i, v_i) : titik koordinat (*longitude, latitude*) lokasi pengamatan ke- i ;
- $\beta_0(u_i, v_i)$: intersep yang pada lokasi pengamatan ke- i ;

$\beta_k(u_i, v_i)$: koefisien regresi pada pada variabel prediktor ke- k untuk setiap lokasi pengamatan ke- i .

Model RPTG membutuhkan matriks bobot yang bergantung pada titik pengamatan. Untuk menentukan bobot setiap lokasi dapat digunakan fungsi kernel. Penelitian ini berfokus pada kernel adaptif. Fungsi kernel adaptif adalah kernel yang mengasumsikan setiap titik pengamatan memiliki bandwidth yang berbeda. Formula fungsi adaptif eksponensial kernel sebagai berikut [19]:

$$W_{ij} = \exp\left(\frac{-d_{ij}}{h_i}\right)$$

dengan $d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$ dan h_i adalah nilai bandwidth ke- i . *Cross Validation* (CV) adalah metode yang dapat diaplikasikan untuk mencapai *bandwidth* optimum [15]. Kriteria AIC (*Akaike Information Criterion*) dapat digunakan untuk pemilihan model yang terbaik [20]. Uji kesesuaian model RPTG dilakukan dengan membandingkan model RPTG dan model data panel dengan statistik uji yang mengikuti distribusi Fisher dengan derajat kebebasan $df_1 = \delta_1$, dengan $\delta_1 = NT - 2tr(S) + tr(S^T S)$ dan $df_2 = NT - K - 1$. Jika nilai $p - value < \alpha$ maka H_0 ditolak yang mengindikasikan model RPTG berbeda secara signifikan dari model regresi data panel [20].

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik digunakan pada penelitian ini [21]. Data titik latitude dan longitude diambil dari Google Maps [22] berdasarkan titik kantor Gubernur setiap provinsi. Variabel responnya adalah Tingkat Kemiskinan (Y) sedangkan variabel prediktornya adalah Indeks Kedalaman Kemiskinan (X_1), Rata-Rata Lama Sekolah (X_2), Upah Minimum Provinsi (X_3), Indeks Pembangunan Manusia (X_4), Angka Melek Huruf (X_5), Angka Partisipasi Sekolah (X_6), Laju Pertumbuhan Ekonomi (X_7), Tingkat Pengangguran Terbuka (X_8) dan Pengeluaran Perkapita Sebulan (X_9).

3. Hasil dan Pembahasan

Uji multikolinearitas dilakukan pertama kali terhadap semua variabel prediktor yang diteliti pada studi ini. Tabel 1 menunjukkan bahwa semua variabel prediktor memiliki nilai *VIF* lebih kecil dari sepuluh, sehingga dapat dikatakan tidak ada multikolinearitas atau hubungan diantara variabel prediktor. Model regresi data panel, yaitu CEM, FEM, dan REM diaplikasikan pada data. Uji Chow dan uji Hausman digunakan untuk membandingkan performa ketiga model tersebut. Hasil uji Chow menunjukkan bahwa model FEM lebih baik daripada model CEM karena p -value kurang dari 0.05 ($F = 70.368, p = 0.00001$). Begitu pula hasil uji Hausman menyatakan bahwa model FEM lebih baik daripada model REM ($\chi^2 = 116, p = 0.00001$). Dengan demikian, model terbaik dari analisis regresi data panel untuk data penelitian ini adalah FEM.

Tabel 1. Hasil uji multikolinearitas

Variabel Prediktor	VIF
Rata-Rata Indeks Kedalaman Kemiskinan (X_1)	2.340229
Rata-Rata Lama Sekolah (X_2)	5.284533
Upah Minimum Provinsi (X_3)	2.979159
Indeks Pembangunan Manusia (X_4)	7.042265
Angka Melek Huruf (X_5)	2.724161
Angka Partisipasi Sekolah (X_6)	2.891482
Laju Pertumbuhan Ekonomi (X_7)	1.265263
Tingkat Pengangguran Terbuka (X_8)	1.737287
Pengeluaran Perkapita Sebulan (X_9)	4.051140

Nilai estimasi parameter dari model FEM dirangkum pada Tabel 2 yang membandingkan antara *full model*, yaitu model yang menggunakan semua variabel prediktor yang diteliti pada penelitian ini, dan *reduced model*, yaitu model dengan yang lebih sederhana setelah variabel prediktor yang tidak berpengaruh signifikan dibuang dari model dengan metode eliminasi mundur. Hasil analisis menunjukkan bahwa model yang lebih sederhana memiliki performa yang lebih baik yang ditunjukkan oleh nilai *adjusted-Rsquared* yang lebih besar (54.4%) dibandingkan model yang lebih kompleks (54.1%). Sehingga, estimasi model FEM dapat dituliskan dalam persamaan umum sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{it} = \hat{\alpha}_i + 0.70222X_{1,it} + 1.0558X_{2,it} + 0.000001X_{3,it} - 1.01185X_{4,it} + 0.16169X_{5,it} + 0.11276X_{8,it}$$

Tabel 2. Hasil estimasi parameter model FEM

Variabel	<i>Full Model</i>		<i>Reduced Model</i>	
	Estimasi (s.e.)	p-value	Estimasi (s.e.)	p-value
X_1	0.7157 (0.1351)	<0.0001*	0.7022 (0.1312)	<0.0001*
X_2	1.0378 (0.4897)	0.0356	1.0558 (0.4854)	0.0310*
X_3	8.6×10^{-7} (3.1×10^{-7})	0.0059	1.0×10^{-6} (2.6×10^{-7})	0.0001*
X_4	-1.0525 (0.1536)	<0.0001*	-1.0118 (0.1484)	<0.0001*
X_5	0.1669 (0.0694)	0.0174*	0.6169 (0.067)	0.0170*
X_6	-0.0352 (0.1045)	0.7366	-	-
X_7	-0.005 (0.0098)	0.6097	-	-
X_8	0.0986 (0.0457)	0.0325*	0.1128 (0.0419)	0.0079*
X_9	9.2×10^{-7} (7.3×10^{-7})	0.2091	-	-
R^2	0.63578		0.63183	
adj- R^2	0.54077		0.54427	
P-value (uji F)	0.00001		0.00001	

* signifikan pada taraf signifikansi 5%

Pendugaan persamaan regresi untuk masing-masing provinsi di Indonesia adalah dengan mengganti nilai $\hat{\alpha}_i$ dengan nilai pendugaan intersep masing-masing provinsi yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\alpha_i = \bar{Y}_i - (\hat{\beta}_1 \bar{X}_{1i}) - (\hat{\beta}_2 \bar{X}_{2i}) - (\hat{\beta}_3 \bar{X}_{3i}) - (\hat{\beta}_4 \bar{X}_{4i}) - (\hat{\beta}_5 \bar{X}_{5i}) - (\hat{\beta}_8 \bar{X}_{8i})$$

Sebagai contoh mencari intersep untuk provinsi Aceh dengan $i = 1$

$$\begin{aligned} \hat{\alpha}_1 &= 15.6667 - (0.70222(2.92)) - (1.0558(9.135)) \\ &\quad - (1.0503 \times 10^{-06}(2760895.3)) - (-1.01185(71.31)) \\ &\quad - (0.16169(98.06833)) - (0.11276(6.59)) \\ &= 56.625 \end{aligned}$$

Nilai estimasi intersep untuk provinsi Aceh sebesar 56.625. Dengan demikian, estimasi persamaan model FEM untuk provinsi Aceh adalah:

$$\begin{aligned} \hat{Y}_{it} &= 56.625 + 0.70222X_{1,it} + 1.0558X_{2,it} + 0.000001X_{3,it} - 1.01185X_{4,it} \\ &\quad + 0.16169X_{5,it} + 0.11276X_{8,it} \end{aligned}$$

Nilai intersep setiap provinsi yang lain dapat dihitung dengan langkah yang sama. Nilai intersep untuk setiap provinsi dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai intersep untuk setiap provinsi

Provinsi	Intersep	Provinsi	Intersep
Aceh	56.625	NTB	56.938
Sumatera Utara	51.177	NTT	58.48
Sumatera Barat	50.24	Kalimantan Barat	49.076
Riau	50.729	Kalimantan Tengah	47.802
Jambi	50.972	Kalimantan Selatan	47.591
Sumatera Selatan	53.857	Kalimantan Timur	52.617
Bengkulu	57.687	Kalimantan Utara	49.322
Lampung	54.381	Sulawesi Utara	50.234
Kepulauan Riau	50.94	Sulawesi Barat	50.167
Kep. Bangka Belitung	48.458	Sulawesi Tenggara	54.424
DKI Jakarta	52.385	Sulawesi Selatan	52.841
Jawa Barat	51.852	Sulawesi Tengah	53.904
Jawa Tengah	57.303	Gorontalo	55.696
Jawa Timur	56.611	Maluku Utara	46.467
D I Yogyakarta	64.019	Maluku	55.68
Banten	49.673	Papua Barat	55.847
Bali	52.481	Papua	60.175

3.1. Uji Heterogenitas Spasial

Uji *Breusch-Pagan test* untuk uji heterogenitas spasial memberikan nilai $BP = 67.616$, dan $P - value = 0.00001 < \alpha = 0.05$, sehingga H_0 ditolak artinya terjadi heterogenitas spasial. Kemungkinan terjadinya heterogenitas spasial bermula dari kenyataan bahwa setiap observasi memiliki karakteristik tersendiri. Hal inilah yang menjadi dasar untuk melakukan analisis dengan metode Regresi Panel Terboboti Geografis (RPTG).

3.2. Pemodelan Regresi Panel Terboboti Geografis (RPTG)

Sebelum melakukan pendugaan parameter pada model *fixed effect* RPTG, transformasi data (*demeaning*) dengan menerapkan pendekatan *within estimator* yaitu selisih dari data aktual dengan data rata-rata runtun waktu untuk setiap unit *cross section*. Langkah

selanjutnya menghitung jarak Euclidean antar provinsi. Selanjutnya, menentukan *bandwidth* optimum. Pada penelitian ini difokuskan pada fungsi pembobot fungsi kernel adaptif. Dengan membandingkan 3 fungsi pembobot yang berbeda diperoleh pembobot adaptif eksponensial kernel menghasilkan nilai CV terkecil diantara fungsi kernel lainnya (Tabel 4). Nilai *bandwidth* yang dihasilkan dari fungsi pembobot adaptif eksponensial kernel untuk setiap lokasi memiliki nilai yang tidak sama.

Tabel 4. Perbandingan fungsi kernel adaptif

Fungsi Kernel	CV	AIC	R-Square	Adj. R-Square
Bisquare	23.77082	91.66767	0.7324501	0.6780768
Gaussian	23.71422	112.2265	0.6847322	0.6531571
Eksponensial	22.46483	75.39044	0.756415	0.6897971

3.3. Uji Kesesuaian Model

Uji kesesuaian model membandingkan apakah terdapat perbedaan antara model global (FEM) dan model *fixed effect* RPTG secara signifikan. Hasil uji kesesuaian model diperoleh nilai p-value kurang dari 0.05 ($p = 0.003374$), artinya tolak H_0 . Dengan demikian, dapat disimpulkan model global (FEM) dan model *fixed effect* RPTG berbeda secara signifikan (Tabel 5).

Tabel 5. Uji-F membandingkan model global & model RPTG

Model	SS	df	F_{hitung}	p - value
Global	22.52678	197		
GWPR	14.90383	160.4	0.6616	0.003374

3.4. Uji Signifikansi Parameter Model

Tabel 6 memberikan ilustrasi hasil uji signifikansi parameter model secara parsial pada provinsi DKI Jakarta dengan menggunakan fungsi pembobot adaptif eksponensial kernel.

Tabel 6 .Hasil uji signifikansi parameter pada Provinsi DKI Jakarta

Variabel	Koefisien	P-value
Rata-Rata Indeks Kedalaman Kemiskinan (X_1)	1.24542	<0.0001
Rata-Rata Lama Sekolah (X_2)	2.81698	<0.0001
Upah Minimum Provinsi (X_3)	0.000000784	0.050
Indeks Pembangunan Manusia (X_4)	-1.17401	<0.0001
Angka Melek Huruf (X_5)	-0.24525	0.133
Tingkat Pengangguran Terbuka (X_8)	0.16263	0.016

Berdasarkan Tabel 6, dapat dilihat bahwa variabel indeks kedalaman kemiskinan (X_1), rata-rata lama sekolah (X_2), indeks pembangunan manusia (X_4) dan tingkat pengangguran terbuka (X_8) mempunyai nilai $p - value < 0.05$ artinya tingkat kemiskinan di provinsi DKI Jakarta dipengaruhi oleh indeks kedalaman kemiskinan, rata-rata lama sekolah, indeks pembangunan manusia dan tingkat pengangguran terbuka. Sedangkan, variabel upah minimum provinsi (X_3) dan angka melek huruf (X_5) mempunyai nilai $p - value > 0.05$ artinya kedua variabel tidak memberikan pengaruh

signifikan terhadap tingkat kemiskinan di provinsi DKI Jakarta. Model *fixed effect* RPTG yang terbentuk pada provinsi DKI Jakarta dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{11t} = -1.50 \times 10^{-15} + 1.24542X_{1,11t} + 2.81698X_{2,11t} + 0.000000784X_{3,11t} - 1.17401X_{4,11t} - 0.24525X_{5,11t} + 0.16263X_{8,11t}$$

Dapat dilihat pada model di atas variabel indeks pembangunan manusia (X_4) berpengaruh negatif, sedangkan variabel indeks kedalaman kemiskinan (X_1), rata-rata lama sekolah (X_2) dan tingkat pengangguran terbuka (X_8) berpengaruh positif. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat kemiskinan di provinsi DKI Jakarta akan semakin berkurang jika indeks pembangunan manusia (X_4) semakin tinggi, sedangkan variabel indeks kedalaman kemiskinan (X_1), rata-rata lama sekolah (X_2) dan tingkat pengangguran terbuka (X_8) semakin rendah. Nilai R^2 pada model *fixed effect* RPTG provinsi DKI Jakarta sebesar 78.13% artinya model mempunyai kemampuan yang cukup kuat dalam menjelaskan hubungan antara variabel independent dengan variabel respon, sedangkan 21.87% sisanya dijelaskan oleh faktor lainnya.

Secara keseluruhan berdasarkan hasil uji signifikansi parameter, diperoleh pengelompokan model *fixed effect* RPTG untuk provinsi di Indonesia didasarkan pada variabel-variabel yang berpengaruh signifikan terhadap tingkat kemiskinan yang dirangkum pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengelompokan provinsi berdasarkan variabel signifikan di model RPTG

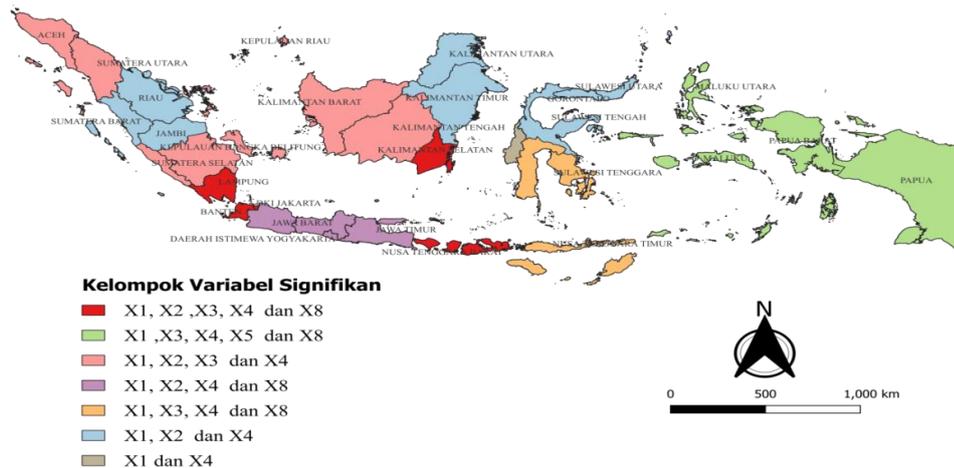
Signifikan Variabel	Provinsi
X_1, X_2, X_3, X_4 dan X_8	Bali, Banten, DKI Jakarta, Kalimantan Selatan, Lampung, dan NTB
X_1, X_3, X_4, X_5 dan X_8	Maluku, Maluku Uatara, Papua, dan Papua Barat
X_1, X_2, X_3 dan X_4	Aceh, Kep.Bangka Belitung, Bengkulu, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kepulauan Riau, Sumatra Selatan dan Sumatra Utara
X_1, X_2, X_4 dan X_8	Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur, DI Yogyakarta
X_1, X_3, X_4 dan X_8	NTT, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi Tenggara
X_1, X_2 dan X_4	Gorontalo, Jambi, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Riau, dan Sumatra Barat
X_1 dan X_4	Sulawesi Barat

Berdasarkan Tabel 7, diperoleh 7 kelompok provinsi berdasarkan variabel yang signifikan. Dari hasil pengelompokan di atas akan dibentuk peta sebaran berdasarkan variabel yang signifikan (Gambar 1).

Tabel 8 menunjukkan perbandingan antara model global dan model RPTG berdasarkan nilai AIC, *Residual Sum of Squares* (RSS), dan R^2 .

Tabel 8. Perbandingan model regresi panel dan model fixed effect RPTG

Model	AIC	RSS	R^2
Model Regresi Panel	145.4302	22.52678	63.18%
Model RPTG	75.39044	14.90383	75.64%



Gambar 1. Peta sebaran berdasarkan variabel yang signifikan

Nilai AIC pada model *fixed effect* RPTG yaitu 75.39044 lebih rendah daripada nilai AIC yang diberikan oleh model global yaitu 145.4302. Hal ini menunjukkan bahwa model *fixed effect* RPTG lebih baik daripada model global. Nilai RSS pada model *fixed effect* RPTG lebih kecil yaitu 14.90383 jika dibandingkan dengan nilai RSS dari model global yaitu 22.52678 yang berarti model *fixed effect* RPTG lebih baik dari model global. Nilai R^2 pada model *fixed effect* RPTG yaitu 75.64% lebih besar dari model global yaitu 63.18%. Berdasarkan perbandingan model di atas, dapat disimpulkan bahwa model *fixed effect* RPTG merupakan model terbaik karena model mempunyai kemampuan yang cukup kuat dalam menjelaskan hubungan antara variabel prediktor dengan variabel respon dalam pemodelan tingkat kemiskinan di Indonesia.

4. Kesimpulan

Model umum regresi data panel FEM yang terbentuk untuk tingkat kemiskinan di Indonesia pada tahun 2016-2021 adalah

$$\hat{Y}_{it} = \hat{\alpha}_i + 0.70222X_{1,it} + 1.0558X_{2,it} + 0.000001X_{3,it} - 1.01185X_{4,it} + 0.16169X_{5,it} + 0.11276X_{8,it}.$$

Model *fixed effect* RPTG yang terbentuk untuk tingkat kemiskinan di Indonesia pada tahun 2016-2021 bervariasi untuk setiap provinsi. Sebagai contoh, model *fixed effect* RPTG yang terbentuk pada provinsi DKI Jakarta adalah

$$\hat{Y}_{11t} = -1.50 \times 10^{-15} + 1.24542X_{1,11t} + 2.81698X_{2,11t} + 0.000000784X_{3,11t} - 1.17401X_{4,11t} - 0.24525X_{5,11t} + 0.16263X_{8,11t}$$

Model *fixed effect* RPTG merupakan model terbaik, karena memiliki nilai RSS dan AIC lebih kecil dan nilai R^2 yang lebih besar yaitu 75.64%, dengan kata lain model *fixed effect* RPTG mempunyai kemampuan yang cukup kuat dalam menggambarkan hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor dalam pemodelan tingkat kemiskinan di Indonesia. Berdasarkan hasil analisis data, model *fixed effect* RPTG dengan fungsi pembobot adaptif eksponensial kernel, memiliki 7 kelompok yang

dikategorikan berdasarkan variabel-variabel yang signifikan mempengaruhi tingkat kemiskinan di Indonesia selama periode 2016-2021.

Daftar Pustaka

- [1] Bappenas, “Strategi Nasional Penanggulangan Kemiskinan,” 2004. [[GreenVersion](#)]
- [2] Y.M. Sitorus, L. Yuliana, “Penerapan regresi data panel pada analisis pengaruh infrastruktur terhadap produktifitas ekonomi provinsi-provinsi di luar Pulau Jawa tahun 2010-2014,” *Media Statistika*, vol. 11, no. 1, pp. 1–15, 2018. [[CrossRef](#)]
- [3] A. Rusgiyono, A. Prahutama, “Geographically weighted panel regression with fixed effect for modeling the number of infant mortality in Central Java, Indonesia,” *Media Statistika*, vol. 14, no. 1, pp. 10–20, 2021. [[CrossRef](#)]
- [4] S. Sifriyani, I. Mandang, F.D.T. Amijaya, R. Ruslan, “Developing geographically weighted panel regression model for spatio-temporal analysis of COVID-19 positive cases in Kalimantan, Indonesia,” *Journal of Southwest Jiaotong University*, vol. 57, no. 3, pp. 113–126, 2022. [[CrossRef](#)]
- [5] D.C. Wati, H. Utami, “Model geographically weighted panel regression (GWPR) dengan fungsi kernel fixed gaussian pada indeks pembangunan manusia di Jawa Timur,” *Jurnal Matematika Thales*, vol. 2, no. 1, 2020. [[CrossRef](#)]
- [6] S. Martha, Y. Yundari, S.W. Rizki, R. Tamtama, “Penerapan metode geographically weighted panel regression (GWPR) pada kasus kemiskinan di Indonesia,” *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, vol. 15, no. 2, pp. 241–248, 2021. [[CrossRef](#)]
- [7] N.M.S. Ananda, S. Suyitno, M. Siringoringo, “Geographically weighted panel regression modelling of human development index data in East Kalimantan Province in 2017-2020,” *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, vol. 19, no. 2, pp. 323–341, 2023. [[CrossRef](#)]
- [8] S. Sutro, Y. Yundari, S. Martha, “Pemodelan fixed effect geographically weighted panel regression untuk indeks pembangunan manusia di Kalimantan Barat,” *Bimaster : Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, vol. 9, no. 3, pp. 413–422, 2020. [[CrossRef](#)]
- [9] L. Zhu, “Panel data analysis in public administration: Substantive and statistical considerations,” *Journal of Public Administration Research and Theory*, vol. 23, no. 2, pp. 395–428, 2013. [[CrossRef](#)]
- [10] B.H. Baltagi, *Econometrics Analysis of Panel Data (Third Edition)*. England: John Wiley & Sons Ltd., 2005.
- [11] D.N. Gujarati, D.C. Porter, *Basic Econometrics (Fifth Edition)*. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2009.

- [12] A. Alifah, H. Yozza, Y. Asdi, “Faktor-faktor yang mempengaruhi kemiskinan di kota/kabupaten Provinsi Sumatera Barat dengan menggunakan analisis regresi panel,” *Jurnal Matematika UNAND*, vol. 9, no. 1, p. 53, 2020. [[CrossRef](#)]
- [13] J.M. Wooldridge, *Introductory Econometrics: A Modern Approach (Fifth Edition)*. Ohio: South-Western, Cengage Learning, 2013.
- [14] A.S.F.R. Hufaini, R. Raupong, N. Ilyas, “Regresi model data panel efek tetap dengan metode within group pada data indeks pembangunan manusia Provinsi Sulawesi Selatan,” *ESTIMASI: Journal of Statistics and Its Application*, vol. 1, no. 1, p. 10, 2020. [[CrossRef](#)]
- [15] R.E. Caraka, H. Yasin, *Spatial Data Panel*, vol. 1. Ponorogo: Wade Group, 2017. [[CrossRef](#)]
- [16] R.E. Caraka, H. Yasin, *Geographically Weighted Regression (GWR): Sebuah pendekatan regresi geografis*, 1st ed. Mobius, 2017. [[CrossRef](#)]
- [17] I.C. Nurhayati, A. Rusgiyono, H. Yasin, “Robust geographically weighted regression dengan metode mutlak simpangan terkecil pada pemodelan kejadian diare di Kota Semarang,” *Jurnal Gaussian*, vol. 7, no. 2, pp. 143–152, 2018. [[CrossRef](#)]
- [18] B. Warsito, H. Yasin, D. Ispriyanti, A.R. Hakim, “The step construction of geographically weighted panel regression in air polluter standard index (APSI) data,” *E3S Web of Conferences*, vol. 73, p. 12006, 2018. [[CrossRef](#)]
- [19] R.A. Pamungkas, H. Yasin, R. Rahmawati, “Perbandingan model GWR dengan fixed dan adaptive bandwidth untuk persentase penduduk miskin di Jawa Tengah,” *Jurnal Gaussian*, vol. 5, no. 3, pp. 535–544, 2016. [[CrossRef](#)]
- [20] A.S. Fotheringham, C. Brunson, and M. Charlton, *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*. John Wiley & Sons Ltd., 2002.
- [21] “BPS.” <https://www.bps.go.id> (accessed Apr. 20, 2022).
- [22] “Google maps.” <https://www.google.com/maps/> (accessed Nov. 04, 2022).