

## ***Spatial Autoregressive Panel Data Pada Indeks Pembangunan Manusia di Daerah Istimewa Yogyakarta***

Fitri Nafidah<sup>1</sup>, Sri Subanti<sup>2</sup>, Sugiyanto<sup>3</sup>

Universitas Sebelas Maret<sup>1,2,3</sup>

fitrinafidah011@student.uns.ac.id

**Abstrak**—Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan suatu tolak ukur perbandingan antara angka harapan hidup (AHH), angka harapan sekolah (AHS), rata-rata lama sekolah (RLS), dan pengeluaran per kapita. Analisis statistika yang tepat untuk menggambarkan data *time series* dan data *cross section* pada beberapa variabel independen dengan pengaruh spasial adalah analisis *spatial regresi panel data*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor - faktor yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Daerah Istimewa Yogyakarta menggunakan metode analisis *spatial autoregresi panel data fixed effect* dengan pembobot *rook contiguity*. Variabel - variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah Indeks Pembangunan Manusia (IPM), persentase penduduk miskin, PDRB per kapita atas dasar harga berlaku, pengeluaran per kapita, dan rata - rata lama sekolah. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu terdapat pengaruh spasial pada data dengan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap model yaitu pengeluaran per kapita dan rata - rata lama sekolah dengan nilai AIC sebesar -15.3685 dan nilai R<sup>2</sup> sebesar 99%.

**Kata kunci:** *IPM, Spatial Autoregressive Model, Rook Contiguity, Spasial Data*

**Panel**

### **I. PENDAHULUAN**

Ukuran keberhasilan dari suatu negara dapat diukur dengan melihat kondisi masyarakat di suatu negara tersebut. Suatu negara harus memiliki masyarakat yang maju dan berkembang agar dapat dikatakan bahwa negara tersebut berhasil. Sebelum tahun 1970-an, keberhasilan pembangunan suatu negara diukur oleh *Gross National Product* (GNP) secara keseluruhan dengan pertumbuhan per kapita. Tetapi, fakta memperlihatkan bahwa meskipun banyak negara-negara telah sukses menempuh pertumbuhan ekonomi yang tinggi, negara tersebut belum berhasil meningkatkan taraf hidup penduduknya. Oleh sebab itu, para pakar mengembangkan konsep baru untuk mengevaluasi pembangunan negara yang berorientasi pada manusia yakni Indeks Pembangunan Manusia (IPM).

Pada tahun 1990, Indeks Pembangunan Manusia (IPM) disampaikan pertama kali oleh salah satu lembaga dari Perserikatan Bangsa-Bangsa dan dipublikasikan dalam laporan tahunan *Human Development Report* (HDR). IPM merupakan tolak ukur perbandingan diantara tiga bidang, yakni pada bidang kesehatan yaitu angka harapan hidup (AHH), bidang pendidikan yaitu angka harapan sekolah (AHS) dan rata-rata lama sekolah (RLS), dan bidang standar hidup layak yaitu pengeluaran per kapita yang bertujuan untuk menilai kemajuan atau kinerja suatu negara di bidang pembangunan manusia. Sejak tahun 2014, angka IPM di Indonesia disajikan secara tahunan. IPM menjadi salah satu patokan untuk menentukan keberhasilan pemerintah dalam melakukan pembangunan di berbagai sektor. Status pencapaian IPM dikelompokkan menjadi 4 golongan dengan rentang skor 0-100. Suatu wilayah dikatakan mempunyai status IPM sangat tinggi jika nilai IPM diatas 80, tinggi jika nilai IPM diantara 70 dan 80, sedang jika nilai IPM diantara 60 dan 70, dan rendah jika nilai IPM dibawah 60.

Analisis *spatial panel data* merupakan metode yang menggabungkan antara data lintas individu (*cross section*) dan deret waktu (*time series*) dengan memperhitungkan pengaruh spasial, sedangkan analisis regresi spasial merupakan analisis yang diterapkan untuk mengetahui hubungan antar variabel dependen terhadap variabel independen dan juga untuk mendapatkan informasi pengamatan yang dipengaruhi faktor ketetanggaan antar wilayah yang mempunyai kedekatan dengan wilayah lain [1]. pada keheterogenan spasial terdapat analisis Regresi Terboboti secara Geografis (*Geographically Weighted Regression*), sedangkan pada ketergantungan spasial terdapat Model Autoregresi Spasial (*Spatial*

*Autoregressive Model*) dan Model Galat Spasial (*Spatial Error Model*) [2]. Dimana SAR merupakan model yang menggabungkan regresi sederhana dengan menambahkan lag spasial pada variabel dependen pada data *cross section* sedangkan SEM merupakan model spasial dimana pada *error* terdapat korelasi spasial [3].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu oleh [1], dimana penelitian ini melakukan analisis pada data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan melakukan perbandingan diantara dua pembobot yaitu *queen contiguity* dan *rook contiguity*. Variabel yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan variabel pembangun dari Indeks Pembangunan Manusia (IPM) yaitu rata-rata lama sekolah (RLS), angka harapan hidup (AHH), pengeluaran per kapita, dan harapan lama sekolah (HLS). Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh metode yang terbaik yaitu spasial data panel dengan pembobot *queen contiguity* dengan semua variabel – variabel yang digunakan berpengaruh secara signifikan terhadap model.

Beberapa penelitian lainnya yang akan digunakan sebagai patokan untuk mengetahui variabel lain yang berpengaruh terhadap IPM selain variabel pembangun IPM yaitu penelitian oleh [4], penelitian ini melakukan pemodelan *spatial panel random effect* menggunakan pendekatan *queen contiguity* dengan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap IPM yaitu laju pertumbuhan penduduk dan persentase penduduk miskin. Penelitian oleh [5] membahas tentang IPM di Jawa Tengah dengan membandingkan antara dua model yaitu model SAR dan model SEM. Pada penelitian tersebut diperoleh model terbaik yaitu model SAR dengan variabel yang berpengaruh signifikan yaitu Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) per kapita, tingkat partisipasi sekolah menengah, kepadatan penduduk, tingkat partisipasi angkatan kerja, persentase penduduk miskin, dan persentase rumah tangga dengan sanitasi layak.

Menurut data yang terdapat di *website* Badan Pusat Statistik (BPS), diketahui bahwa Daerah Istimewa Yogyakarta mempunyai nilai IPM kedua tertinggi setelah DKI Jakarta yaitu sebesar 80.22 persen per 2021 dengan status IPM tergolong sangat tinggi karena berada diatas 80. Secara umum, IPM di DIY mengalami kenaikan secara berkala dibandingkan tahun-tahun sebelumnya, selain itu IPM DIY mempunyai angka yang lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata nilai IPM nasional yaitu sebesar 79.29 persen. Oleh karena itu, peneliti ingin mengetahui apa saja faktor yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di DIY.

Berdasarkan hal tersebut, peneliti ingin mengetahui apakah variabel persentase penduduk miskin, PDRB per kapita atas dasar harga berlaku, pengeluaran per kapita, dan rata-rata lama sekolah (RLS) berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Daerah Istimewa Yogyakarta dengan mempertimbangkan efek ketetanggaan atau wilayah menggunakan analisis *spatial autoregressive panel data*. Pembobot yang akan digunakan dalam melakukan analisis ini yaitu *rook contiguity*. Selain itu, diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menjadi referensi untuk penelitian-penelitian yang akan datang, sebagai pengambilan kebijakan bagi pemerintah di DIY untuk mengembangkan dan mempertahankan IPM, serta diharapkan dapat memberikan informasi kepada pemerintah selain DIY mengenai faktor yang berpengaruh signifikan terhadap kenaikan IPM di DIY agar pemerintah dapat meningkatkan IPM di daerah mereka dengan mempertimbangkan faktor-faktor tsb.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Regresi Data Panel

Data panel merupakan gabungan dari data lintas individu (*cross section*) dan deret waktu (*time series*). Data deret waktu (*time series*) merupakan data yang dikumpulkan dari suatu unit pengamatan selama suatu periode waktu tertentu, sedangkan data lintas individu (*cross section*) merupakan data yang diperoleh dari sejumlah unit pengamatan dalam satu waktu [6]. Regresi data panel merupakan jenis pemodelan regresi yang memasukkan pengaruh periode waktu (*time series*) pada unit pengamatan (*cross section*) ke dalam model untuk mengetahui pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen di sektor yang sedang diamati dari suatu objek penelitian dari waktu ke waktu. Regresi data panel dengan regresi *Ordinary Least Square* (OLS) merupakan metode regresi yang berbeda karena regresi data panel menggunakan informasi dari dua dimensi yaitu *over individuals* dan *over time* [7]. Secara umum model regresi data panel yaitu sebagai berikut :

$$y_{it} = \alpha_{it} + \beta x_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Terdapat tiga model yang dapat digunakan untuk mengestimasi model regresi data panel, diantaranya yaitu *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM), dan *Random Effect Model* (REM).

Metode untuk mengestimasi model regresi data panel yang paling sederhana adalah *Common Effect Model (CEM)* karena pendekatan menggunakan *Common Effect Model (CEM)* mengabaikan heterogenitas antar unit pengamatan (*cross section*) maupun antar waktu (*time series*) [8]. Persamaan model data panel adalah sebagai berikut :

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + u_{it} \quad (2)$$

*Fixed Effect Model (FEM)* atau model pengaruh tetap mengasumsikan koefisien *slope* yang konstan, meskipun koefisien intersep setiap individu bervariasi. penduga dalam (*within*) diasumsikan digunakan dalam model *Fixed Effect Model (FEM)* untuk mengestimasi parameter dengan menggunakan pendekatan metode *Ordinary Least Square (OLS)*. Persamaan model *Fixed Effect Model (FEM)* adalah sebagai berikut :

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + u_{it} \quad (3)$$

Individu yang dipilih secara acak dari suatu populasi yang besar umumnya digunakan dalam model efek acak (*random effect model*) [6]. Metode ini membatasi derajat kebebasan (*degree of freedom*) yang menurunkan efisiensi parameter. Selain itu, metode ini menyertakan variabel dummy ke dalam model untuk menunjukkan ketidaktahuan tentang model yang sebenarnya. Oleh karena itu, dengan menggunakan metode *Random Effect Model (REM)* yang memanfaatkan variabel gangguan (*error terms*) maka masalah ini dapat ditangani. Persamaan *Random Effect Model (REM)* adalah sebagai berikut :

$$y_{it} = \alpha_0 + \beta x_{it} + w_{it} \quad (4)$$

dengan :

$$w_{it} = \epsilon_i + u_{it} \quad (5)$$

#### B. Pemilihan model Estimasi Regresi Data Panel

Pemilihan model estimasi regresi data panel dapat menggunakan beberapa metode, seperti Uji Chow dan Uji Hausman.

Dalam regresi data panel, untuk memilih antara model efek tetap (*fixed effect model*) dengan model efek gabungan (*common effect model*) dapat menggunakan uji *chow*. Hipotesis Uji Chow [6] yaitu sebagai berikut :

$H_0$  : tidak terdapat pengaruh individu terhadap model (*common effect model*)

$H_1$  : terdapat satu atau lebih pengaruh individu terhadap model (*fixed effect model*).

Statistik uji yang digunakan yaitu uji F :

$$F_{hitung} = \frac{[RRSS-URSS]/(n-1)}{URSS/(nT-n-K)} \quad (6)$$

*restricted residual sums of squares (RRSS)* adalah jumlah kuadrat galat hasil pendugaan model gabungan, *Unrestricted residual sums of squares (URSS)* adalah jumlah kuadrat galat hasil pendugaan model pengaruh tetap,  $n$  adalah jumlah *cross section*,  $T$  adalah jumlah *time series*, dan  $K$  adalah jumlah variabel penjelas.

Kriteria uji :  $H_0$  ditolak jika  $F_{hitung} > F_{(n-1, nT-n-K)}$  atau  $p - value < \alpha = 0.05$  maka model yang dipilih adalah model efek tetap (*fixed effect model*).

Uji *hausman* digunakan untuk memilih model efek acak (*random effect model*) dengan model efek tetap (*fixed effect model*). Dengan hipotesis pengujiannya sebagai berikut [9] :

$H_0$ : korelasi  $(X_{it}, \epsilon_{it}) = 0$  (efek *cross section* tidak berhubungan dengan regresor lain/ *random effect model*)

$H_1$ : korelasi  $(X_{it}, \epsilon_{it}) \neq 0$  (efek *cross section* berhubungan dengan regresor lain/ *fixed effect model*)

Statistik uji yang akan digunakan yaitu uji *chi-square* yang berdasarkan kriteria Wald yaitu :

$$W = \hat{q} [\text{var}(\hat{q})]^{-1} \hat{q} \quad (7)$$

dengan :

$$\hat{q} = \hat{\beta}_{acak} - \hat{\beta}_{tetap} \quad (8)$$

$\hat{\beta}_{acak}$  adalah vektor penduga parameter dari model pengaruh acak dan  $\hat{\beta}_{tetap}$  adalah vektor penduga parameter variabel independen dari model pengaruh tetap.

Kriteria uji:  $H_0$  ditolak jika  $W > X_{\alpha, K}^2$  atau nilai  $p - value < \alpha = 0,05$  maka model yang dipilih adalah model efek tetap (*fixed effect model*).

### C. Spatial Autoregressive Panel Data

*Spatial autoregressive panel data* merupakan salah satu metode spasial data panel yang menggabungkan *spatial autoregressive model* dengan data panel, gabungan antara data *cross section* dan *time series* dimana data tersebut memiliki keterkaitan antara satu lokasi pengamatan dengan lokasi pengamatan terdekat lainnya dengan menambahkan spasial lag pada variabel dependen. Persamaan *spatial autoregressive panel data* yaitu sebagai berikut :

$$y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N W_{ij} y_{jt} + \mu_i + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

$y_{it}$  adalah nilai variabel dependen pada unit *cross section* ke-i untuk periode ke-t,  $\delta$  adalah koefisien spasial autoregresi,  $W_{ij}$  adalah elemen matriks pembobot spasial pada baris ke-i dan kolom ke-j,  $\mu_i$  adalah intersep model regresi,  $\beta$  adalah koefisien *slope*,  $X_{it}$  adalah variabel independen pada unit *cross section* ke-i untuk periode ke-t, dan  $\varepsilon_{it}$  adalah komponen *error* pada unit *cross section* ke-i untuk periode ke-t.

### D. Matriks Pembobot Spasial

Keterkaitan antar wilayah yang berdasarkan pada jarak atau ketetanggaan digambarkan dengan matriks keterkaitan spasial atau pembobot spasial. Dalam kebanyakan kasus, matriks pembobot spasial diisi dengan angka 0 dan 1, dimana 1 untuk wilayah yang bertetangga dan 0 untuk wilayah lainnya. Matriks pembobot menjelaskan hubungan antara semua pengamatan, sehingga dimensi dari matriks ialah  $N \times N$  [6]. Terdapat tiga jenis untuk menentukan matriks pembobot spasial diantara lokasi yang saling berkaitan yaitu *queen contiguity*, *bishop contiguity*, dan *rook contiguity*. Matriks pembobot yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu *rook contiguity*.

### E. Langrange Multiplier

Uji *langrange multiplier* digunakan untuk mendeteksi ketergantungan/dependensi spasial antar wilayah. Untuk menentukan apakah suatu model diklasifikasikan sebagai *spatial lag* maka dapat menggunakan uji *langrange multiplier lag* dengan hipotesis sebagai berikut :

$H_0: \delta = 0$  (tidak terdapat dependensi spasial lag)

$H_1: \delta \neq 0$  (terdapat dependensi spasial lag)

Statistik uji *Langrange Multiplier lag* yaitu sebagai berikut :

$$LM_{\delta} = \frac{e'(I_T \otimes W)Y^2}{\hat{\sigma}_2^2 J} \quad (10)$$

$\delta$  adalah *spatial lag*,  $e$  adalah vektor *error* model regresi gabungan (*pooled model*),  $I_T$  adalah matriks identitas berukuran  $T \times T$ ,  $\otimes$  adalah perkalian *kroncker*, dan  $W$  adalah matriks pembobot spasial.

Kriteria statistik uji  $H_0$  ditolak jika *langrange multiplier lag*  $> X_{(\alpha, 1)}^2$  atau  $p - value < \alpha = 0.05$ .

### F. Kriteria Kebaikan Model

Pemilihan kriteria kebaikan model dilakukan dengan menghitung koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan AIC. Persamaan  $R^2$  yang digunakan yaitu sebagai berikut :

$$R^2 = 1 - \frac{\hat{e}'\hat{e}}{(y-\bar{y})'(y-\bar{y})} \quad (11)$$

Nilai  $R^2$  dalam model mencerminkan tingkat pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen dimana nilai  $R^2$  yang lebih tinggi menyiratkan semakin besar pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen maka artinya model semakin baik.

*Akaike Information Criterion* (AIC) merupakan ukuran kualitas relatif model statistik untuk kumpulan data yang diberikan. Model yang terbaik yaitu model yang memiliki nilai AIC terkecil [7]. Persamaan AIC yaitu sebagai berikut :

$$AIC = -2Lm + 2m \quad (12)$$

$Lm$  adalah maksimum *log-likelihood* dan  $m$  adalah jumlah suatu parameter dalam model.

G. Data dan Sumber Data

Data yang akan digunakan dalam analisis ini yaitu data sekunder yang diambil dari *website* Badan Pusat Statistik (BPS) Yogyakarta yang berjumlah 45 observasi yang terdiri dari gabungan data *time series* dan 5 data *cross section* dari kabupaten yang ada di D.I Yogyakarta dengan rentang waktu dari tahun 2013 hingga 2021. Variabel dalam penelitian ini meliputi indeks pembangunan manusia ( $Y$ ), persentase penduduk miskin ( $X_1$ ), PDRB per kapita atas dasar harga berlaku ( $X_2$ ), pengeluaran per kapita ( $X_3$ ), dan rata-rata lama sekolah ( $X_4$ ).

Analisis yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu menentukan model regresi data panel terbaik diantara CEM, FEM, dan REM, kemudian melakukan pengecekan pola penyebaran data IPM di DIY, setelah diketahui bahwa terdapat efek spasial pada data maka dilakukan uji autokorelasi spasial dan uji *langrange multiplier lag* untuk memastikan pada data terdapat spasial lag. Setelah itu kemudian melakukan pemodelan *spatial autoregressive panel data* dan menghitung kriteria kebaikan model dari *spatial autoregressive panel data* tsb.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Regresi Data Panel

Regresi data panel dilakukan dengan meregresikan variabel dependen ( $Y$ ) dengan empat variabel independen ( $X_1, X_2, X_3, X_4$ ). Pemodelan regresi data panel dibagi menjadi tiga model yaitu *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM), dan *Random Effect Model* (REM). Berikut merupakan hasil analisis dari ketiga model tersebut.

1) *Common Effect Model* (CEM)

TABEL 1. HASIL REGRESI DATA PANEL CEM

Variabel	Koefisien	P-value
Intercept	49.108	$2.2e^{-16}$
$X_1$	-0.089301	0.016401
$X_2$	-0.000014	0.002175
$X_3$	0.000746	$2.2e^{-16}$
$X_4$	2.183900	$2.2e^{-16}$

Berdasarkan TABEL 1 pada kolom *P-value* diatas dapat disimpulkan bahwa keempat variabel independen yaitu persentase penduduk miskin, PDRB per kapita atas dasar harga berlaku, pengeluaran per kapita, dan rata-rata lama sekolah berpengaruh signifikan terhadap IPM di DIY dengan *P-value* < 0.05.

2) *Fixed Effect Model* (FEM)

TABEL 2. HASIL REGRESI DATA PANEL FEM

Variabel	Koefisien	P-value
$X_1$	-0.064592	0.22627
$X_2$	0.000018	0.02687
$X_3$	0.000926	$2.858e^{-08}$
$X_4$	1.966600	$3.352e^{-11}$

Berdasarkan TABEL 2 pada kolom *P-value* diatas dapat disimpulkan bahwa hanya terdapat tiga variabel independen yaitu  $X_2, X_3$  dan  $X_4$  berpengaruh signifikan terhadap IPM di DIY dengan *P-value* < 0.05. Oleh karena itu dilakukan pengujian regresi kembali dengan menggunakan variabel yang signifikan dan diperoleh hasil variabel  $X_2$  tidak signifikan terhadap model dikarenakan nilai  $P - value = 0.05513 > \alpha = 0.05$ . Selanjutnya dilakukan pengujian regresi kembali dengan menggunakan variabel  $X_3$  dan  $X_4$  sebagai berikut:

TABEL 3. HASIL REGRESI DATA PANEL FEM

Variabel	Koefisien	P-value
$X_3$	0.001178	$2.2e^{-16}$
$X_4$	1.990800	$1.241e^{-12}$

Berdasarkan TABEL 3 pada kolom *P-value* diatas dapat disimpulkan bahwa terdapat dua variabel independen yaitu pengeluaran per kapita dan rata-rata lama sekolah berpengaruh signifikan terhadap IPM di DIY dengan *P-value*  $< 0.05$ .

3) *Random Effect Model* (REM)

TABEL 4. HASIL REGRESI DATA PANEL REM

Variabel	Koefisien	P-value
<i>Intercept</i>	49.257	$2e^{-16}$
$X_1$	-0.087925	0.02868
$X_2$	-0.000011	0.02704
$X_3$	0.000758	$2e^{-16}$
$X_4$	2.135700	$2e^{-16}$

Berdasarkan TABEL 4 pada kolom *P-value* diatas dapat disimpulkan bahwa keempat variabel independen yaitu persentase penduduk miskin, PDRB per kapita atas dasar harga berlaku, pengeluaran per kapita, dan rata-rata lama sekolah berpengaruh signifikan terhadap IPM di DIY dengan *P-value*  $< 0.05$ .

Setelah diperoleh variabel yang signifikan diantara ketiga model tersebut maka selanjutnya yaitu dilakukan uji *chow* dan uji *hausman* untuk menentukan model yang terbaik. Uji *chow* ini digunakan untuk memilih model terbaik diantara *Common Effect Model* (CEM) dan *Fixed Effect Model* (FEM). Hipotesis pengujian yaitu :

$H_0$ : *Common Effect Model* (CEM)

$H_1$ : *Fixed Effect Model* (FEM)

Kriteria pengujian : jika nilai *P - value*  $< \alpha = 0.05$  maka  $H_0$  ditolak. Hasil pengolahan uji *chow* yaitu nilai *p - value*  $= 1.16e^{-11} < \alpha = 0.05$  maka  $H_0$  ditolak yang artinya model estimasi yang tepat digunakan yaitu metode *Fixed Effect Model* (FEM).

Dikarenakan model yang terpilih yaitu *Fixed Effect Model* (FEM) maka diperlukan uji lanjutan yaitu uji *hausman* untuk menguji antara *Fixed Effect Model* (FEM) dan *Random Effect Model* (REM). Hipotesis uji *hausman* yaitu sebagai berikut :

$H_0$ : *Random Effect Model* (REM)

$H_1$ : *Fixed Effect Model* (FEM)

Kriteria pengujian: jika nilai *P - value*  $< \alpha = 0.05$  maka  $H_0$  ditolak. Hasil pengolahan uji *hausman* yaitu nilai *p - value*  $= 2.2e^{-16} < \alpha = 0.05$  maka  $H_0$  ditolak yang artinya model estimasi yang tepat digunakan yaitu metode *Fixed Effect Model* (FEM).

Selanjutnya melakukan pengujian asumsi klasik regresi dengan uji normalitas, uji homokedastisitas, uji autokorelasi dan uji multikolinearitas. Pengujian normalitas dengan *jarque-bera* diperoleh nilai  $JB = 1.387 < X^2_{(0.05;2)} = 5.991$  atau *P - value*  $= 0.499 > \alpha = 0.05$  maka data berdistribusi normal. Uji selanjutnya yaitu uji homokedastisitas dengan menggunakan uji *Breusch-Pagan* diperoleh nilai *P - value*  $= 0.002 < \alpha = 0.05$  yang artinya data bersifat heteroskedastisitas. Uji autokorelasi dilakukan dengan menggunakan uji *Breusch-Godfrey* diperoleh nilai *P - value*  $= 7.535e^{-08} < \alpha = 0.05$  yang artinya terdapat autokorelasi pada residual. Uji terakhir yaitu uji multikolinearitas dengan melihat nilai VIF dari tiap variabel yaitu nilai  $X_3 = 6.037$  dan  $X_4 = 6.037$  lebih kecil dari 10 sehingga disimpulkan bahwa tidak terjadi gejala multikolinearitas dalam model. Dari hasil pengujian asumsi tersebut menunjukkan bahwa model tidak memenuhi dua asumsi klasik yaitu uji homokedastisitas dan uji autokorelasi. Oleh karena itu, diasumsikan data mengindikasikan adanya efek spasial sehingga akan diterapkan model spasial data panel.

*B. Analisis Spasial Data Panel*

Eksplorasi data dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari data secara umum dengan menggunakan peta tematik, dimana semakin pekat warna pada peta maka semakin tinggi nilai Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di wilayah tersebut [10]. Berikut merupakan peta tematik Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di DIY pada tahun 2021.



GAMBAR 1. PETA TEMATIK DIY 2021

Berdasarkan GAMBAR 1 diketahui secara geografis terdapat pengaruh efek spasial atau keterkaitan antar wilayah yang dapat dilihat dari antar kabupaten/ kota yang berdekatan memiliki angka IPM yang tidak jauh berbeda dan memiliki pola mengelompok. Dari gambar tersebut terlihat bahwa Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Bantul memiliki nilai IPM yang sangat tinggi sedangkan kabupaten Kulonprogo dan Gunung Kidul memiliki nilai IPM yang tinggi.

Selanjutnya yaitu melakukan uji *lagrange multiplier lag*. Uji *Lagrange Multiplier* digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya ketergantungan/dependensi spasial antar wilayah. Langkah-langkah pengujian *Lagrange Multiplier* adalah sebagai berikut :

$$H_0: \rho = 0 \text{ (tidak ada dependensi spasial lag)}$$

$$H_1: \rho \neq 0 \text{ (ada dependensi spasial lag)}$$

Hasil perhitungan statistik uji *Lagrange Multiplier lag* diperoleh nilai  $p - value = 3.308e^{-05} < 0.05$  maka  $H_0$  ditolak yang artinya terdapat dependensi spasial lag pada model.

Hasil analisis regresi data panel sebelumnya diperoleh bahwa model data panel terbaik yaitu *Fixed Effect Model* (FEM), maka selanjutnya melakukan analisis *spatial autoregressive panel data* (SAR) dengan menggunakan model *Fixed Effect Model* (FEM) dan matriks pembobot *rook contiguity*. Berikut merupakan hasil *output* dari *spatial autoregressive panel data Fixed Effect Model* (FEM) :

TABEL 5. OUTPUT SAR FIXED EFFECT

Variabel	Koefisien	P-value
$\lambda$	0.34208	0.00029
$X_3$	0.00076	$2.513e^{-07}$
$X_4$	1.44078	$4.626e^{-11}$

Pengujian selanjutnya yaitu uji signifikansi parameter. Uji ini dilakukan untuk mengetahui variabel apa saja yang signifikan terhadap model. Langkah-langkah hipotesis pengujiannya yaitu sebagai berikut :

$$H_0: \beta_j = 0 \text{ (koefisien tidak signifikan terhadap model)}$$

$$H_1: \beta_j \neq 0 \text{ (paling tidak ada satu koefisien signifikan terhadap model)}$$

TABEL 5 memperlihatkan bahwa nilai  $P - value$  dari  $X_{3it}$ ,  $X_{2it}$  dan  $\lambda$  kurang dari 0.05 sehingga dapat disimpulkan bahwa semua variabel berpengaruh signifikan terhadap model.

Setelah itu dilakukan pengujian AIC dan  $R^2$ . Nilai AIC digunakan untuk menduga kualitas terbaik dari model sedangkan  $R^2$  digunakan untuk menilai seberapa besar kemampuan variabel independen menjelaskan variabel dependen. Berdasarkan *output* diperoleh nilai AIC sebesar -15.3685 nilai  $R^2$  sebesar 0.9991 maka dapat disimpulkan bahwa variasi variabel dependen yaitu IPM dapat dijelaskan oleh

variabel independen sebesar 99% sedangkan sisanya dijelaskan oleh faktor lain diluar variabel yang diteliti.

Model persamaan *spatial autoregressive panel data fixed effect* yaitu sebagai berikut :

$$\hat{y}_{it} = 0.34208 \sum_{j=1}^5 W_{ij}y_{jt} + 0.00076x_{3it} + 1.44078x_{4it} + \varepsilon_{it} \quad (13)$$

Dimana  $W_{ij}$  adalah elemen matriks pembobot spasial pada baris ke-i dan kolom ke-j. Berdasarkan pemodelan IPM di DIY tersebut dapat diinterpretasikan bahwa jika pengeluaran per kapita ( $x_3$ ) naik 1 satuan maka IPM di DIY akan naik sebesar 0.00076 satuan dan jika rata-rata lama sekolah ( $x_4$ ) naik 1 satuan maka IPM di DIY akan naik sebesar 1.44078 satuan.

Dari model umum *spatial autoregressive panel data fixed effect* untuk indeks pembangunan manusia yang terbentuk, selanjutnya dimodelkan ke-5 kabupaten/kota di DIY. Kita ambil salah satu contoh model yang terbentuk pada kabupaten Sleman yaitu :

$$\hat{y}_{Sleman} = 0.34208((0.25)IPM_{Bantul} + (0.25)IPM_{Gunungkidul} + (0.25)IPM_{Yogyakarta} + (0.25)IPM_{Kulonprogo}) + 0.00076x_{3Sleman} + 1.44078x_{4Sleman} + \varepsilon_{it} \quad (14)$$

Pada variabel pengeluaran per kapita ( $x_3$ ) dan rata-rata lama sekolah ( $x_4$ ) estimasi parameter yang dihasilkan bertanda positif yang artinya semakin besar pengeluaran per kapita ( $x_3$ ) dan rata-rata lama sekolah ( $x_4$ ) pada kabupaten/kota maka IPM pada kabupaten/kota yang ada DIY juga akan semakin besar.

#### IV. SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis regresi data panel diperoleh model yang terbaik adalah FEM sehingga untuk pengujian spasial data panel dilakukan pemodelan Indeks Pembangunan Manusia di Daerah Istimewa Yogyakarta menggunakan *spatial autoregressive panel data fixed effect model* dengan pembobot *rook contiguity* dan diperoleh variabel yang berpengaruh signifikan terhadap model yaitu pengeluaran per kapita dan rata-rata lama sekolah dengan nilai AIC yaitu sebesar -15.3685 dan nilai  $R^2$  sebesar 0.9991 atau 99%. Bentuk penduga model yang terbentuk dari *spatial autoregressive panel data fixed effect model* yaitu sebagai berikut :

$$\hat{y}_{it} = 0.34208 \sum_{j=1}^5 W_{ij}y_{jt} + 0.00076x_{3it} + 1.44078x_{4it} + \varepsilon_{it}$$

Pemodelan IPM di D.I Yogyakarta tersebut dapat diinterpretasikan bahwa jika pengeluaran per kapita ( $x_3$ ) naik 1 satuan maka IPM di D.I Yogyakarta akan naik sebesar 0.00076 satuan. Jika rata-rata lama sekolah ( $x_4$ ) naik 1 satuan maka IPM di D.I Yogyakarta akan naik sebesar 1.44078 satuan. Selain itu, Pada penelitian ini digunakan faktor pembobot yang didasarkan pada kedekatan antar wilayah yang saling bertangga yaitu *rook contiguity*. Sehingga diharapkan pada penelitian berikutnya yang akan datang dapat meninjau faktor kedekatan antar wilayah yang berdekatan dari faktor-faktor lainnya seperti faktor ekonomi, transportasi, sosial dan lain-lain.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Aisyah, "Pemodelan Spasial Autoregressive Panel Data dengan Pembobot Queen Contiguity dan Rook Contiguity untuk Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah," dalam *Universitas Negeri Semarang*, Semarang, 2019.
- [2] L. Anselin, *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988.
- [3] R. E. Caraka dan H. Yasin, *Spatial Data Panel*, Ponorogo: Wade Group, 2017.
- [4] A. Maulan dan K. Suryowati, "Spasial Panel Random Effect untuk Indeks Pembangunan Manusia di Daerah Istimewa Yogyakarta," *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, pp. 33-40, 2019.
- [5] S. Yulianti, Y. widyaningsih dan S. Nurrohman, "Spatial panel data model on human development index at Central Java," *Journal of Physics: Conference Series*, 1722(1), 2021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1722/1/012090>
- [6] T. F. Diputra, K. Sadik dan Y. Angraini, "Pemodelan Data Panel Spasial dengan Dimensi Waktu dan Ruang," *Indonesian Journal of Statistics*, pp. 6-14, 2012.
- [7] R. M. Bala dan E. M. Prada, "Migration and Private Consumption in Europe; a panel data analysis," *Procedia Economics and Finance*, pp. 141-149, 2014.
- [8] A. T. Prasanti, T. Wuryandari dan A. Rusgiyono, "Aplikasi Regresi Data Panel untuk Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah," *Jurnal Gaussian*, pp. 687-696, 2015.



- [9] B. H. Baltagi, *Econometrics* (4th ed), Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2008.
- [10] Yarni, R. Wasono dan M. A. Haris, "Pemodelan Spasial Data Panel dengan Pembobot Rook Contiguity Pada Data Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah," dalam *Universitas Muhammadiyah Semarang*, Semarang, 2018.