

Penerapan Model Regresi Spasial pada Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Jawa Tengah

DINA NOVITASARI¹, LAELATUL KHIKMAH²

^{1,2}Program Studi Statistika, Akademi Statistika Muhammadiyah Semarang, Indonesia
email: ¹dinanovitasari991@gmail.com, ²aisyah.salsabila17@gmail.com

ABSTRAK

Indeks Pembangunan Manusia merupakan suatu angka yang bertujuan untuk melihat kinerja pembangunan wilayah dengan dimensi luas, yang memperlihatkan kualitas penduduk disuatu wilayah dalam hal harapan hidup, pendidikan, dan standar hidup yang layak. Pada tahun 2017 angka IPM Provinsi Jawa Tengah mencapai 70.52% dan mengalami peningkatan sebesar 0,77% dari tahun sebelumnya. Hal ini dikarenakan besarnya angka IPM disuatu wilayah dipengaruhi oleh besarnya angka IPM di wilayah yang berdekatan. Faktor lokasi/wiyah diduga dapat memberikan efek ketergantungan spasial (wilayah) pada angka IPM. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan regresi spasial dengan memasukkan hubungan antar wilayah kedalam model. Model regresi spasial yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Spatial Autoregressive Model* (SAR) dan *Spatial Error Model* (SEM) dengan menggunakan matriks pembobot Queen Contiguity. Penelitian ini memberikan hasil bahwa model SAR lebih baik daripada model SEM.

Kata Kunci: Indeks Pembangunan Manusia, Regresi Spasial, *Spatial Autoregressive Model* (SAR), *Spatial Error Model*, *Queen Contiguity*.

ABSTRACT

The Human Development Index is a number that aims to see the performance of regional development with a broad dimension, which shows the quality of the population in a region in terms of life expectancy, education, and decent standards of living. In the year 2017 the IPM figures of the Central Java province reached 70.52% and increased by 0.77% from the previous year. This is because the magnitude of the HDI number in an area is influenced by the magnitude of the HDI in the adjacent region. Location factors/Wiyah are suspected to provide a spatial dependency effect (region) on the IPM figure. These problems can be addressed by using spatial regression by incorporating relationships between regions into models. The spatial regression models used in the study were the Spatial Autoregressive Model (SAR) and the Spatial Error Model (SEM) using the Queen Contiguity weighting matrix. The study gave the results that SAR models were better than the SEM model.

Keywords: human development index, spatial regression, Spatial Autoregressive Model (SAR), Spatial Error Model, Queen Contiguity.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan manusia merupakan kebebasan manusia untuk mewujudkan potensi penuh dari semua kehidupan (UNDP, 2016). Pembangunan manusia dibentuk berdasarkan pendekatan tiga dimensi dasar, yaitu kesehatan, pengetahuan dan kehidupan yang layak (BPS, 2017). Dimensi kesehatan dapat diukur dengan angka harapan hidup, dimensi pengetahuan diukur dengan harapan lama sekolah penduduk yang dimulai dari usia 7 tahun dan rata-rata lama sekolah Penduduk Indonesia umur 25 tahun ke atas, sedangkan dimensi kehidupan yang layak diukur dengan kemampuan daya beli. Semua indikator yang merepresentasikan dari ketiga dimensi pembangunan manusia tersebut terangkum dalam satu nilai tunggal, yaitu angka Indeks Pembangunan Manusia (IPM) (BPS, 2009).

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan suatu angka yang bertujuan untuk melihat kinerja pembangunan wilayah dengan dimensi yang luas, yang memperlihatkan kualitas penduduk disuatu wilayah dalam hal harapan hidup, pendidikan, dan standar hidup yang layak (Melliana & Zain, 2013). Pembangunan manusia pada dasarnya mempunyai empat komponen utama yaitu produktifitas, pemerataan, kesinambungan dan pemberdayaan

(Kusumaningrum, 2018). Jika empat komponen tersebut dilaksanakan secara maksimal, pembangunan manusia akan berhasil dengan baik.

IPM sebagai salah satu indikator kesejahteraan masyarakat, IPM di Indonesia semakin membaik selama dua dekade terakhir, meskipun laju perbaikannya relatif tertinggal dibanding dengan negara lain (Lumbantoruan & Hidayat, 2013). IPM juga dapat menentukan peringkat atau level di suatu wilayah/negara. Berdasarkan hasil analisis (UNDP, 2018), pada tahun 2017 IPM di Indonesia sebesar 70.81% dan mengalami peningkatan sebesar 0.694%. Jika dilihat dari tahun 1990-2017, Indonesia mengalami peningkatan 31.4% dan menduduki peringkat 116 dari 189 negara.

Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu wilayah dengan IPM dalam status sedang menjadi status tinggi (BPS, 2018). Perkembangan IPM di Jawa Tengah menunjukkan peningkatan setiap tahunnya. Dilihat dari data IPM tahun 2016, Jawa Tengah masih menduduki status sedang atau menengah dengan IPM sebesar 69.98%, pada tahun 2017 mengalami peningkatan dari status sedang menjadi status tinggi dengan IPM sebesar 70.52% dan mengalami peningkatan 0.77%. Dari hasil peningkatan tersebut, dapat menggambarkan bahwa pembangunan di Jawa Tengah selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya.

IPM Jawa Tengah masih belum mampu mengimbangi peningkatan IPM provinsi-provinsi lain di Indonesia terutama di Provinsi yang ada di Pulau Jawa. Berdasarkan data di BPS, IPM di Jawa Tengah menduduki peringkat 13 dari 35 Provinsi di Indonesia. Semakin menurunnya peringkat, memberikan pertanda bahwa program dan kegiatan pembangunan untuk meningkatkan kesehatan, pendidikan, dan standar hidup yang layak perlu di evaluasi oleh Pemprov Jawa Tengah (Bappeda, 2017).

Dewi (2006) meneliti tentang pengaruh kemiskinan dan pertumbuhan ekonomi terhadap Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Riau menggunakan regresi linier berganda dengan hasil bahwa keduanya berpengaruh signifikan terhadap IPM. Kelebihan dari penelitian tersebut adalah dapat menganalisis dua variabel secara bersamaan. Metode tersebut masih ada kelemahan, yaitu tidak dapat menjelaskan efek lokasi atau wilayah spasialnya. Melliana & Zain (2013) melakukan penelitian faktor-faktor yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur dengan Menggunakan Regresi Panel. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ada tujuh variabel yang berpengaruh signifikan terhadap IPM, yaitu rasio siswa terhadap guru, angka partisipasi SMP/MTS, jumlah sarana kesehatan, persentase rumah tangga dengan akses air bersih, kepadatan penduduk, tingkat partisipasi angkatan kerja dan PDRB perkapita. Penelitian tersebut diketahui bahwa data regresi panel merupakan gabungan dari data time series dengan data cross sesional sehingga dapat mengurangi terjadinya multikolinearitas dan terdapat hasil observasi yang lebih banyak. Akan tetapi dalam meneliti menggunakan regresi panel, terdapat kelemahan yaitu hanya dapat menggambarkan kondisi secara umum, dimana kondisi suatu wilayah berbeda-beda karena ada faktor geografi.

Pertumbuhan IPM disuatu wilayah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor demografis dan geografis. Besarnya angka IPM disuatu wilayah dapat mempengaruhi angka IPM pada wilayah yang berdekatan. Faktor lokasi/wilayah diduga dapat mempengaruhi dan memberikan efek ketergantungan spasial (wilayah) pada angka IPM (Puspita, Ratnasari, & Purhadi, 2009). Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan regresi spasial dengan memasukkan hubungan antar wilayah kedalam model.

Metode Regresi Spasial merupakan pengembangan dari model regresi sederhana untuk mendapatkan informasi pengamatan yang dipengaruhi efek ruang atau lokasi (Arifin, 2015; Safitri, Darsyah, & Utami, 2014). Ciri dari pemodelan spasial adalah adanya matriks pembobot yang merupakan penanda adanya hubungan antara suatu wilayah dengan wilayah lain (Pratiwi, Hanief, & Suniantara, 2018). Matriks pembobot spasial berdasarkan persinggungan batas ini dinyatakan dalam kode binary, yang terdiri dari nilai bobot 0 dan 1. Untuk menentukan nilai dari elemen-elemen matriks pembobot spasial bergantung pada definisi ketetanggaan masing-masing observasi dan membutuhkan peta untuk melihat batas-batas wilayahnya. Semakin dekat daerah atau lokasinya maka akan memperbesar nilai pembobot pada elemen yang saling bersesuaian.

Beberapa macam model regresi spasial yaitu Spatial Autoregressive Model (SAR) dan Spatial Error Model (SEM) (Lesage, 1999). Pada penelitian Ulhaq (2018) melakukan penelitian metode regresi spasial dengan membandingkan SAR dan SEM. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa model SEM lebih baik dari model SAR dengan menunjukkan nilai *AIC* sebesar 223.766.

Wasono, Karim, Darsyah, & Suwardi (2018) juga melakukan penelitian dengan membandingkan SAR dan SEM. Hasil yang diperoleh adalah SEM lebih baik dengan nilai AIC - 60.344.

Berdasarkan penjelasan diatas, peneliti akan meneliti Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah pada tahun 2017 dengan judul **“Penerapan Model Regresi Spasial Pada Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Di Jawa Tengah Tahun 2017”**

2. METODE PENELITIAN

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari 29 Kabupaten dan 6 Kota di Provinsi Jawa Tengah yang diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Tengah tahun 2017.

Dalam penelitian ini terdapat tujuh variabel prediktor (X) dan satu variabel respon (Y):

- Y : Indeks Pembangunan Manusia (IPM)
- X₁ : Jumlah Sarana Kesehatan
- X₂ : Kemiskinan
- X₃ : Pengangguran
- X₄ : Kepadatan Penduduk
- X₅ : Pengeluaran Per Kapita
- X₆ : Inflasi
- X₇ : Rasio Guru-Murid (SD, SMP, SMA)

Metode Analisis

Berikut adalah langkah-langkah dalam analisis regresi spasial:

1. Analisis deskriptif dengan menggunakan peta tematik.
2. Menentukan pembobot spasial.
3. Melakukan identifikasi efek spasial dengan membentuk Moran's I Scatterplot untuk mendeteksi penyebaran antar lokasi.
4. Untuk mengetahui efek spasial, langkah awal yang akan dilakukan yaitu uji LM dengan tujuan untuk melihat uji yang signifikan.
5. Melakukan analisis dengan model SAR.
6. Melakukan analisis dengan model SEM.
7. Menentukan model spasial yang terbaik dengan melihat nilai AIC terkecil.
8. Interpretasi model yang terbentuk.
9. Mengambil kesimpulan dari hasil yang diperoleh dan memberikan saran.

Statistik Deskriptif

Statistik Deskriptif adalah bagian dari statistik yang mempelajari cara pengumpulan data dan penyajian data sehingga mudah dipahami (Nasution, 2017). Didalam Statistik Deskriptif hanya melakukan pemaparan data apa adanya saja, dengan menunjukkan distribusi dari data tetapi tidak melakukan penilaian terhadap data itu. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan analisis deskriptif untuk menggambarkan dan menganalisis penyebaran Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Jawa Tengah tahun 2017 dengan menggunakan peta tematik.

Regresi Spasial

Regresi spasial merupakan hasil pengembangan dari metode regresi klasik. Pengembangan itu berdasarkan adanya pengaruh tempat atau spasial pada data yang dianalisis (Salmawaty, Sukarna, & Abdy, 2015). Secara umum Model Regresi Spasial Menurut (Lesage, 1999) adalah seperti berikut:

$$Y = \rho Wy + X\beta + u \quad (1)$$

$$u = W_2 u + \varepsilon \quad (2)$$

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

Matriks Pembobot

Dalam analisis spasial, sesuatu yang penting untuk diketahui yaitu mengenai matriks pembobot spasial (Yuniarti, 2018). Matriks pembobot spasial W , merupakan matriks $n \times n$ tak negatif yang menspesifikasi himpunan ketetanggaan untuk setiap unit amatan spasial. Menurut (Lesage, 1999), matriks pembobot dibagi menjadi enam, diantaranya:

1. Linear Contiguity (persinggungan tepi) mendefinisikan $W_{ij}=1$ untuk wilayah yang berada di tepi kiri maupun tepi kanan wilayah yang menjadi perhatian, $W_{ij}=0$ untuk wilayah lainnya.
2. Rook Contiguity (persinggungan sisi) mendefinisikan $W_{ij}=1$ untuk wilayah yang bersisian dengan wilayah yang menjadi perhatian, $W_{ij}=0$ untuk wilayah lainnya.
3. Bishop Contiguity (persinggungan sudut) mendefinisikan $W_{ij}=1$ untuk wilayah yang titik sudutnya bertemu dengan sudut wilayah yang menjadi perhatian, $W_{ij}=0$ untuk wilayah lainnya.
4. Double Linear Contiguity (persinggungan dua tepi) $W_{ij}=1$ untuk dua entity yang berada di sisi kiri dan kanan wilayah yang menjadi perhatian, $W_{ij}=0$ untuk wilayah lainnya.
5. Double Rook Contiguity (persinggungan dua sisi) mendefinisikan $W_{ij}=1$ untuk dua sisi di kiri dan kanan, utara dan selatan wilayah yang menjadi perhatian, $W_{ij}=0$ untuk wilayah lainnya.
6. Queen Contiguity (persinggungan sisi-sudut) mendefinisikan $W_{ij}=1$ untuk sisi yang bersisian atau titik sudutnya bertemu dengan wilayah yang menjadi perhatian, $W_{ij}=0$ untuk wilayah lainnya.

Uji Autokorelasi Spasial

Autokorelasi spasial merupakan suatu ukuran kemiripan antara variabel dengan dirinya sendiri berdasarkan jarak, waktu, dan wilayah atau disebut juga dengan dependensi spasial (Yuniarti, 2018). Adapun hipotesis untuk menguji indeks morran yaitu (Sari, Kusri, & Suhartono, 2013):

$H_0: I = 0$ (Tidak terdapat autokorelasi spasial)

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

Persamaan Indeks Morrans yaitu:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})} \quad (3)$$

dimana,

I : Nilai indeks morans

N : Banyaknya pengamatan

- x_i : Nilai pada lokasi ke-i
- x_j : Nilai pada lokasi ke-j
- \bar{x} : Nilai rata-rata x pada n pengamatan
- W_{ij} : elemen matriks pembobot spasial

Nilai Ekspektasi *Morrans'I* adalah:

$$E(I) = I_0 = -\frac{1}{n-1} \tag{4}$$

Nilai Varians *Morrans'I* adalah:

$$Var(I) = \frac{n[(n^2-3n+3)S_1 - nS_2 + 2S_0^2]}{(n-1)(n-2)(n-3)S_0^2} \tag{5}$$

dengan,

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}$$

$$S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n (W_{ij} + W_{ji})^2$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^n (W_{i0} + W_{0i})^2$$

$$W_{i0} = \sum_{j=1}^n W_{ij} \text{ dan } W_{0i} = \sum_{j=1}^n W_{ji}$$

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$Z_{hitung} = \frac{I - E(I)}{\sqrt{var(I)}} \tag{6}$$

Pengambilan keputusan untuk uji indeks morran di katakan tolak H_0 jika nilai Z_{hit} lebih besar dari tabel $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ atau nilai signifikansi kurang dari alpha, maka dapat disimpulkan bahwa galat

mengandung autokorelasi spasial. Jika $I > I_0$ bisa dikatakan data berautokorelasi secara positif dan Jika $< I_0$ maka data berautokorelasi secara negatif, sedangkan jika nilai indeks Moran's I adalah nol artinya data tidak berkelompok.

Uji Efek Spasial

Uji efek spasial (spatial dependence) digunakan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh spasial antar pengamatan yang satu dengan yang lain. Uji yang digunakan untuk mengetahui model pengaruh spasial dalam data adalah menggunakan uji Lagrange Multiplier (Arif & Tiro, 2015). LM ini dibagi menjadi 2, diantaranya:

1. Uji ketergantungan spasial pada variabel dependent atau ketergantungan spasial lag, dengan hipotesis sebagai berikut:

Hipotesis:

H_0 : $\rho = 0$ (tidak ada ketergantungan spasial dalam lag)

H_1 : $\rho \neq 0$ (ada ketergantungan spasial dalam lag)

statistik uji:

$$LM_{lag} = \frac{(\frac{e^T W_1 y}{\sigma^2})^2}{\frac{((W_1 X \beta)^T M (W_1 X \beta) + T \sigma^2)}{\sigma^2}} \tag{7}$$

dimana:

M : $I - X(X^T X)^{-1} X^T$

T : Trace $((W_1^T + W_1)W_1)$

$$\sigma^2 = \frac{\varepsilon^T \varepsilon}{n}$$

Pengambilan keputusan yaitu H_0 ditolak apabila $LMlag > X^2(\alpha-1)$ atau p value $< \alpha$. Jika keputusan tersebut terpenuhi maka model yang di gunakan adalah spatial autoregressive model (SAR).

2. Uji ketergantungan spasial pada galat atau error, dengan hipotesis sebagai berikut:

Hipotesis:

$H_0: \lambda = 0$ (tidak ada ketergantungan spasial dalam galat)

$H_1: \lambda \neq 0$ (ada ketergantungan spasial dalam galat)

statistik uji:

$$LMerror = \frac{\varepsilon^T W_2 \varepsilon}{\sigma^2 T} \quad (8)$$

dimana:

σ^2 : ragam error

e : vektor error

Pengambilan keputusan yaitu H_0 ditolak apabila $LMerror > X^2(\alpha-1)$ atau p-value $< \alpha$. Jika keputusan tersebut terpenuhi, maka model yang di gunakan adalah spatial error model (SEM).

Spatial Autoregressive Model (SAR)

Model Spatial Autoregressive merupakan suatu model spasial yang terjadi akibat adanya pengaruh spasial pada lag. Model spasial lag memiliki kriteria bahwa $\rho \neq 0$ dan $\lambda = 0$. Jika model yang dihasilkan memiliki ketergantungan lag spasial, maka model SAR dapat digunakan (Amelia, 2012). Model *Spatial Autoregressive Model (SAR)* ditunjukkan dengan persamaan berikut:

$$Y = \rho WY + X\beta + \varepsilon \quad (9)$$

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

Spatial Error Model (SEM)

Model *Spatial Error Model (SEM)* merupakan suatu model spasial yang terjadi akibat adanya pengaruh spasial pada error. Model spasial error terbentuk apabila $W_y = 0$ dan $\rho = 0$, sehingga model ini mengasumsikan bahwa proses autoregressive hanya pada error model. Model *Spatial Error Model (SEM)* ditunjukkan dengan persamaan berikut:

$$y = X\beta + u \quad (10)$$

$$u = \lambda Wu + \varepsilon \quad (11)$$

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

Akaike Info Criterion (AIC)

AIC digunakan untuk memilih model manakah yang terbaik diantara model-model yang diperoleh. Model yang paling baik adalah model yang memiliki nilai AIC terkecil. Persamaan dari AIC adalah (Wasono et al., 2018):

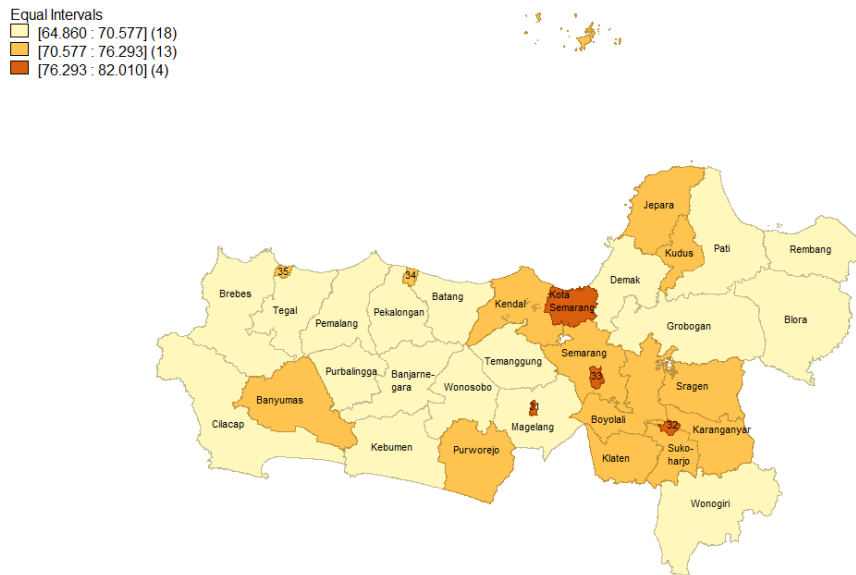
$$AIC = -2\log L + 2p \quad (12)$$

Dimana p adalah jumlah parameter model dan L adalah nilai maksimum Likelihood dari estimasi model.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dalam penelitian ini menggunakan peta tematik untuk melihat gambaran umum Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah tahun 2017. Dalam peta tematik ini penyebaran angka IPM di setiap Kabupaten/Kota di Jawa Tengah dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu kategori sangat tinggi, kategori tinggi, dan kategori sedang berdasarkan angka IPM. Berikut merupakan peta tematik IPM di Jawa Tengah:



Gambar 1. Peta Tematik Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah

Berdasarkan peta tematik pada gambar 1, wilayah yang memiliki indeks pembangunan manusia tertinggi ditandai dengan warna paling gelap. Terdapat 4 wilayah yang masuk dalam kategori sangat tinggi yaitu Kota Semarang, Kota Salatiga, Kota Magelang, dan Kota Surakarta. Sedangkan wilayah Kabupaten/Kota yang masuk kategori indeks pembangunan manusia kategori sedang memiliki warna paling muda. Terdapat 18 wilayah yang termasuk wilayah tersebut, diantaranya Kabupaten Brebes, Kabupaten Cilacap, Kabupaten Tegal, Kabupaten Pemalang, Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Banjarnegara, Kabupaten Kebumen, Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Batang, Kabupaten Wonosobo, Kabupaten Temanggung, Kabupaten Magelang, Kabupaten Grobogan, Kabupaten Demak, Kabupaten Pati, Kabupaten Blora, Kabupaten Rembang, dan Kabupaten Wonogiri. Untuk IPM kategori rendah terdapat 0 wilayah atau tidak ada IPM di Kabupaten/Kota yang kategori rendah, karena tidak ada Kabupaten/Kota yang memiliki nilai IPM <60.

Analisis Matriks Pembobot Spasial

Dalam penelitian ini, peneliti memakai matriks pembobot spasial *queen contiguity*. Matriks pembobot *queen contiguity* ini memiliki konsep persinggungan sisi dan sudut, dimana wilayah yang bersisian maupun titik sudutnya bertemu dengan wilayah lain maka diberi nilai $W_{ij} = 1$, sementara untuk wilayah lainnya diberi nilai $W_{ij} = 0$. Pembuatan matriks pembobot *queen contiguity* dilakukan dengan cara menyusun sebuah matriks berukuran 35x35 yang mana hal ini didasarkan dengan jumlah kabupaten/kota yang ada di provinsi jawa tengah. Berikut ini akan disajikan sebuah histogram untuk mengetahui jumlah tetangga yang ada di setiap kabupaten/kota pada provinsi jawa tengah. Dengan menggunakan matriks pembobot queen contiguity, maka akan terbentuk matriks pembobot spasial sebagai berikut (Lesage, 2012):

$$W_{Queen} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Matriks queen contiguity yang berukuran 35x35 sesuai Provinsi Jawa Tengah yang memiliki 35 Kabupaten/Kota sebagai berikut:

$$W_{Queen} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Berikut merupakan matriks yang sudah di standarisasi:

$$W_{Queen(std)} = \begin{bmatrix} 0 & 1/3 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 1/7 & 0 & 1/7 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1/4 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Analisis Autokorelasi Spasial

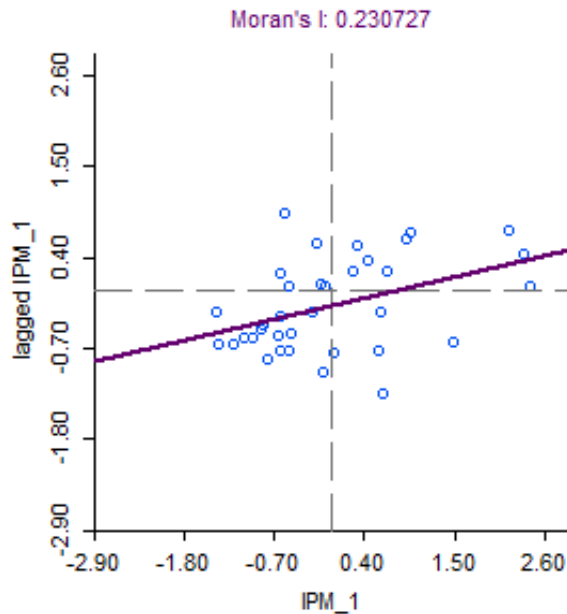
Dalam menguji ada atau tidaknya autokorelasi spasial digunakan Uji Indeks Moran (*Morran'I test*). Jika terdapat autokorelasi spasial maka dilakukan menggunakan model regresi spasial.

Tabel 1. Hasil Uji Indeks Moran

Variabel	P-value	Z-value	Morans'I	E(I)
IPM	0.021000	2.1295	0.230727	-0.0294

*) signifikansi α=5%

Berdasarkan tabel 1, dapat diketahui bahwa P-value = 0.021000 lebih kecil dari α=5% atau Z-value = 2.1295 lebih besar dari nilai $Z_{\alpha/2} = 1.645$ sehingga dapat disimpulkan bahwa tolak H_0 artinya terdapat autokorelasi spasial pada indeks pembangunan manusia di Jawa Tengah pada tahun 2017. Adapun nilai indeks morran yang diperoleh sebesar 0.230727 sedangkan nilai ekspetasi indeks morrannya sebesar -0.0294 yang artinya $I > I_0$. Hal ini mengindikasikan bahwa secara umum indeks pembangunan manusia Provinsi Jawa Tengah tahun 2017 mengalami proses *spatial clustering* atau pengelompokan secara spasial. Dengan kata lain, kabupaten/kota dengan IPM kategori tinggi cenderung dikelilingi oleh kabupaten/kota dengan IPM kategori tinggi pula, dan begitupun sebaliknya. Untuk melihat pola pengelompokkan kemiskinan, dapat digunakan Moran scatterplot pada gambar 4.3.



Gambar 2. Morans'I Scatterplot Indeks Pembangunan Manusia

Gambar 4.3 menunjukkan penyebaran variabel IPM terdapat pengelompokan pada kuadran I (*high-high*) dan kuadran III (*low-low*), artinya Kabupaten/Kota di Jawa Tengah dengan angka IPM tinggi cenderung berdekatan dengan Kabupaten/Kota yang memiliki angka IPM tinggi pula dan Kabupaten/Kota di Jawa Tengah dengan angka IPM rendah cenderung berdekatan dengan Kabupaten/Kota yang memiliki angka IPM rendah pula. Namun, terdapat juga beberapa Kabupaten/Kota yang berada pada kuadran II dan IV yang menandakan adanya beberapa Kabupaten/Kota yang memiliki angka IPM rendah cenderung berdekatan dengan Kabupaten/Kota dengan angka IPM tinggi dan Kabupaten/Kota dengan angka IPM tinggi cenderung berdekatan dengan Kabupaten/Kota yang memiliki angka IPM rendah.

Analisis Langrange Multiplier

Uji *Lagrange Multiplier* digunakan untuk memilih model regresi spasial yang sesuai. Tabel 2 merupakan hasil uji *Lagrange Multiplier*. Berdasarkan hasil uji *Lagrange Multiplier* pada *lag* dan *error*, nilai *probability (p-value)* kurang dari α , sehingga terdeteksi adanya dependensi *lag* dan dependensi *error*.

Tabel 2. Hasil Uji Langrange Multiplier

Test	Value	Probability
Langrange Multiplier (lag)	71660.0842	0.000
Langrange Multiplier (error)	56.3380	0.000

*) signifikansi $\alpha=5\%$

Berdasarkan tabel 2, dapat diketahui bahwa *lag* dan *error* kurang dari α , sehingga terdeteksi adanya dependensi *lag* dan dependensi *error*. Oleh karena itu, dapat dilakukan analisis dengan model *Spatial Autoregressive Model (SAR)* dan *Spatial Error Model (SEM)* dengan membandingkan guna mendapatkan model terbaik

Analisis Regresi Spasial

Berdasarkan uji *Lagrange Multiplier* karena terdeteksi adanya dependensi *lag* dan dependensi *error*, sehingga model regresi spasial yang terbentuk adalah model *Spatial Autoregression (SAR)* dan model *Spatial Error Model (SEM)*.

1. Model Spatial Autoregressive Model (SAR)

Hasil estimasi parameter menggunakan model *Spatial Autoregressive Model (SAR)* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Model SAR Menggunakan R

Variabel	Koefisien	P-Value
Intercept	54.946538	3.144265
Sarkes	0.000301	0.002568
Kemiskinan	-0.006088	0.004849
Pengang	-0.51925	0.225712
Keppen	0.000301	0.000159
Peperka	0.001896	0.00021
Inflasi	0.69625	0.660659
Gurumur	-0.05913	0.042792
ρ	-0.002823	0.23881

*) signifikansi $\alpha=5\%$

Sehingga persamaan model SAR yang diperoleh berdasarkan variabel yang signifikan yaitu:

$$\hat{Y}_i = -0.002823W_i + 54.946538 + 0.000301X_1 - 0.006088X_2 - 0.51925X_3 + 0.000301X_4 + 0.001896X_5 + 0.69625X_6 - 0.05913X_7$$

Variabel yang memiliki nilai *probability (p-value)* kurang dari $\alpha = 5\%$ berarti variabel dependent berpengaruh terhadap variabel dependent. Berdasarkan tabel 4.5 tersebut dapat dilihat bahwa ada 4 variabel independent yang berpengaruh terhadap variabel dependent. Variabel independent tersebut diantaranya jumlah sarana kesehatan (X1), kemiskinan (X2), kepadatan penduduk (X4), dan pengeluaran per kapita (X5). Sedangkan variabel independent lainnya tidak mempengaruhi variabel dependent.

Dari model SAR yang diperoleh, ada tiga variabel yang berpengaruh positif yaitu jumlah sarana kesehatan, kepadatan penduduk, dan pengeluaran per kapita. Sehingga dengan meningkatnya sarana kesehatan, kepadatan penduduk, dan pengeluaran per kapita maka akan meningkat pula nilai indeks pembangunan manusia di Jawa Tengah tahun 2017. Sedangkan untuk kemiskinan berpengaruh negatif terhadap indeks pembangunan manusia. Jika kemiskinan tersebut meningkat, maka terjadi menurunnya nilai indeks pembangunan manusia di Jawa Tengah tahun 2017. Hasil dari koefisien ρ (rho), menunjukkan bahwa penurunan pengaruh dari wilayah yang mengelilingi suatu kabupaten/kota, akan menurunkan persentase indeks pembangunan manusia di suatu kabupaten/kota sebesar 0.0028238. Nilai AIC yang diperoleh model SAR adalah sebesar 143.49.

2. Model Spatial Error Model (SEM)

Hasil estimasi parameter menggunakan model *Spatial Error Model (SEM)* dapat dilihat pada tabel empat

Tabel 4. Hasil Uji Model SEM Menggunakan R

Variabel	Koefisien	P-Value
Intercept	54.83048501	3.21451889
Sarkes	0.00265481	0.00128761
Kemiskinan	-0.00824249	0.00465404
Pengang	-0.39213538	0.20541677
Keppen	0.00031903	0.00016091
Peperka	0.0018574	0.00021318
Inflasi	0.64166205	0.66964783
Gurumur	-0.06965529	0.05240894
λ	0.0070503	0.93065

*) signifikansi $\alpha=5\%$

Sehingga persamaan model SEM yang diperoleh berdasarkan variabel yang signifikan yaitu:

$$\hat{Y}_i = 54.83048501 + 0.0070503W_u + 0.00265481X_1 - 0.00824249X_2 - 0.39213538X_3 + 0.00031903X_4 - 0.0018574X_5 + 0.64166205X_6 - 0.06965529X_7$$

Variabel yang memiliki nilai *probability (p-value)* kurang dari $\alpha = 5\%$ berarti variabel dependent berpengaruh terhadap variabel dependent. Berdasarkan tabel 4.6 tersebut dapat dilihat bahwa ada 4 variabel independent yang berpengaruh terhadap variabel dependent. Variabel independent tersebut diantaranya jumlah sarana kesehatan (X1), kemiskinan (X2), kepadatan penduduk (X4), dan pengeluaran per kapita (X5). Sedangkan variabel independent lainnya tidak mempengaruhi variabel dependent.

Dari model SEM yang diperoleh, ada tiga variabel yang berpengaruh positif yaitu jumlah sarana kesehatan, kepadatan penduduk, dan pengeluaran per kapita. Sehingga dengan meningkatnya sarana kesehatan, kepadatan penduduk, pengeluaran per kapita maka akan meningkat pula nilai indeks pembangunan manusia di Jawa Tengah tahun 2017. Sedangkan untuk kemiskinan berpengaruh negatif terhadap indeks pembangunan manusia. Jika kemiskinan tersebut meningkat, maka menurunnya nilai indeks pembangunan manusia di Jawa Tengah tahun 2017. Hasil dari koefisien lambda (λ) menunjukkan bahwa, adanya pengaruh error pada suatu kabupaten/kota, maka akan meningkatkan persentase indeks pembangunan manusia di suatu kabupaten/kota sebesar 0.0070503. Nilai AIC yang diperoleh model SEM adalah sebesar 144.87.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan pada penelitian Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Jawa Tengah tahun 2017 dengan variabel-variabelnya terdapat beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Wilayah yang memiliki indeks pembangunan manusia yang masuk dalam kategori sangat tinggi adalah terdapat 4 wilayah yaitu Kota Semarang, Kota Salatiga, Kota Magelang, dan Kota Surakarta. Sedangkan wilayah Kabupaten/Kota yang masuk kategori indeks pembangunan manusia yang masuk dalam kategori sedang adalah terdapat 18 wilayah diantaranya Kabupaten Brebes, Kabupaten Cilacap, Kabupaten Tegal, Kabupaten Pemalang, Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Banjarnegara, Kabupaten Kebumen, Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Batang, Kabupaten Wonosobo, Kabupaten Temanggung, Kabupaten Magelang, Kabupaten Kudus, Kabupaten Pati, Kabupaten Grobogan, Kabupaten Blora, Kabupaten Rembang, dan Kabupaten Wonogiri. Untuk IPM kategori rendah terdapat 0 wilayah atau tidak ada IPM di Kabupaten/Kota yang kategori rendah, karena tidak ada Kabupaten/Kota yang memiliki nilai IPM <60.
2. Dari hasil pemodelan IPM dan variabel-variabel yang mempengaruhi dapat disimpulkan bahwa, model *Spatial Autoregressive Model (SAR)* lebih baik karena memiliki nilai *AIC* lebih kecil dari pada *Spatial Error Model (SEM)* yaitu sebesar 143.49. Dimana persamaan model yang diperoleh itu sebagai berikut:

$$\hat{Y}_i = 54.83048501 + 0.0070503W_u + 0.00265481X_1 - 0.00824249X_2 - 0.39213538X_3 - 0.00031903X_4 - 0.0018574X_5 + 0.64166205X_6 - 0.06965529X_7$$

Dimana variabel jumlah sarana kesehatan, kepadatan penduduk, dan pengeluaran per kapita signifikan memiliki hubungan positif terhadap indeks pembangunan manusia yang ada di Provinsi Jawa Tengah. Sedangkan variabel kemiskinan signifikan memiliki hubungan negatif terhadap indeks pembangunan manusia yang ada di Provinsi Jawa Tengah.

3. Dalam penelitian tersebut, terdapat tiga variabel yang berpengaruh signifikan positif terhadap indeks pembangunan manusia, diantaranya jumlah sarana kesehatan (X1), kepadatan penduduk (X4), dan pengeluaran per kapita (X5). Adapun yang berpengaruh signifikan negatif terhadap indeks pembangunan manusia yaitu terdapat satu variabel, yaitu kemiskinan (X2).

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, M. I. A. (2012). Penerapan Regresi Spasial Untuk Data Kemiskinan Di Pulau Jawa.
- Arif, A., & Tiro, M. A. (2015). Perbandingan Matriks Pembobot Spasial Optimum Dalam Spatial Error Model (SEM).
- Arifin, A. T. (2015). Pemodelan Laju Pertumbuhan Ekonomi Di Provinsi Jawa Timur Berdasarkan Pendekatan Regresi Spasial Lag, (45).
- BPS. (2009). Indeks Pembangunan Manusia 2007-2008.
- BPS. (2017). Indeks Pembangunan Manusia Kabupaten Tanjung Jabung Timur Tahun 2016.
- BPS. (2018). Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Tahun 2017. *Berita Resmi Statistik*, (33), 1-8. <https://doi.org/4102002>
- Dewi, N. (2006). Pengaruh Kemiskinan dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Riau, 870-882.
- Kusumaningrum, R. A. (2018). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Tengah Periode Tahun 2006-2016.
- Lesage, J. P. (1999). *The Theory And Practice Of Spatial Econometrics*.
- Lesage, J. P. (2012). An Introduction To Spatial Econometrics. *Bodenkultur*, 63(1), 35-41. <https://doi.org/10.4000/rei.3887>
- Lumbantoruan, E. P., & Hidayat, P. (2013). Analisis Pertumbuhan Ekonomi Dan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Provinsi-Provinsi Di Indonesia (Metode Kointegrasi), 14-27.
- Melliana, A., & Zain, I. (2013). Analisis Statistika Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur dengan Menggunakan Regresi Panel. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 2(2), D237-D242. Retrieved from http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/4844
- Nasution, L. M. (2017). Statistik Deskriptif, 14(1), 49-55.
- Pratiwi, L. P. S., Hanief, S., & Suniantara, I. K. P. (2018). Pemodelan Menggunakan Metode Spasial Durbin Model Untuk Data Angka Putus Sekolah Usia Pendidikan Dasar.
- Puspita, F. I., Ratnasari, V., & Purhadi. (2009). Model Probit Spasial Pada Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Klasifikasi IPM Di Pulau Jawa.
- Safitri, D. W., Darsyah, M. Y., & Utami, T. W. (2014). Pemodelan Spatial Error Model (SEM) Untuk Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Provinsi Jawa Tengah. *Statistika*, 2(2), 9-14.
- Salmawaty, Sukarna, & Abdy, M. (2015). Regresi Spasial Untuk Menentukan Faktor - Faktor Kemiskinan Di Provinsi Sulawesi Selatan, (1995).
- Sari, D. M., Kusriani, D. E., & Suhartono. (2013). Pemodelan Kasus Tindak Pidana di Kota Surabaya dengan Pendekatan Regresi Spasial, 2(2).
- Ulhaq, H. Y. D. (2018). Analisis Regresi Spasial Dengan Matriks Pembobot Rook Contiguity Pada Pemodelan Kasus Kemiskinan Di Provinsi Jawa Timur Tahun 2008.
- UNDP. (2016). *Human Development Report 2016. United Nations Development Programme*. <https://doi.org/eISBN: 978-92-1-060036-1>
- UNDP. (2018). Human Development Indices and Indicators.
- Wasono, R., Karim, A., Darsyah, M. Y., & Suwardi. (2018). Perencanaan Program Bantuan Operasional Sekolah (BOS) Di Provinsi Jawa Tengah Berbasis Model Spatial Autoregressive (SAR) Dan Spatial Error Model (SEM), (2012), 1-4.
- Yuniarti, M. (2018). Analisis Kejadian Puting Beliung Di Indonesia Menggunakan Metode Spatial Autoregressive (SAR), Clustering Average Linkage, Dan Pemetaan Berbasis Webgis.