

**IDENTIFIKASI *SPATIAL PATTERN* DAN
SPATIAL AUTOCORRELATION
PADA INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA
PROVINSI PAPUA BARAT TAHUN 2012**

Eva Khoirun Nisa
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Email: evakn@walisongo.ac.id

Abstract

One of the support aspect the country development is human resource quality. When we talking about human resource quality, it's not separated with human development. The international standard of human development is Human Development Index (HDI). HDI becomes important indicator in West Papua province which is one of the youngest provinces in Papua. There is spatial effect of human development condition among districts in West Papua. Spatial Pattern and Spatial Autocorrelation as statistical methods can be used to identify HDI dependency among districts in West Papua. The statistical tests on Spatial Autocorrelation has found that there was no spatial independency of HDI on 2012 among districts in West Papua province.

Keywords: *Human Development Index (HDI), spatial pattern, spatial Autocorrelation*

Abstrak

Salah satu aspek yang mendukung pembangunan suatu negara adalah kualitas sumber daya manusia. Berbicara mengenai kualitas sumber daya manusia maka tidak lepas dengan pembangunan manusia. Ukuran standar pembangunan manusia yang dapat digunakan secara internasional yaitu Indeks Pembangunan Manusia (IPM) atau *Human Development Index* (HDI). IPM menjadi hal yang penting bagi Provinsi Papua Barat mengingat Papua Barat menjadi salah satu provinsi termuda hasil pemekaran wilayah Provinsi Papua. Sangat dimungkinkan adanya pengaruh spasial pada kondisi pembangunan manusia antar kabupaten/kota di Provinsi Papua Barat. *Spatial Pattern* dan *Spatial Autocorrelation* menjadi metode statistika yang dapat mengidentifikasi adanya dependensi IPM antar kabupaten/kota di Provinsi Papua Barat.

Dengan beberapa pengujian statistik *Spatial Autocorrelation* menghasilkan bahwa tidak terdapat dependensi spasial terhadap angka IPM pada tahun 2012 antar kabupaten/kota di Provinsi Papua Barat.

Keywords: Indeks Pembangunan Manusia (IPM), *spatial pattern*, *spatial autocorrelation*

Pendahuluan

Pembangunan manusia selalu mendapatkan tempat istimewa dalam program pembangunan. Dalam kenyataannya telah terbukti bahwa jarang sekali negara yang mampu berkembang dan tumbuh hanya dengan mengandalkan sumber daya alam yang dimilikinya. Sumber daya alam yang melimpah tanpa disertai dengan potensi sumber daya manusia yang berkualitas belum cukup untuk meningkatkan potensi pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah.

Tingkat capaian pembangunan manusia telah mendapatkan perhatian dari penyelenggara negara agar hasil-hasil pembangunan tersebut dapat diukur dan dibandingkan. Ukuran standar pembangunan manusia yang dapat digunakan secara internasional yaitu Indeks Pembangunan Manusia (IPM) atau *Human Development Index* (HDI). Capaian pembangunan yang tinggi sangat diperlukan suatu percepatan untuk mendapatkan hasil yang optimal bagi tiap daerah. Saat ini perhatian pemerintah terhadap isu perkembangan pembangunan manusia sudah semakin baik, yakni ditandai dengan dijadikannya IPM sebagai salah satu alokator Dana Alokasi Umum (DAU) untuk mengatasi kesenjangan keuangan antar wilayah dan memacu percepatan pembangunan di daerah (Gudjarati, 1991). Dengan adanya DAU harapannya daerah-daerah yang mempunyai IPM rendah mampu mengejar ketertinggalannya dari daerah lain.

Provinsi Papua Barat merupakan salah satu provinsi termuda keempat hasil pemekaran wilayah Provinsi Papua. Dengan dibentuknya

menjadi provinsi baru diharapkan Papua Barat mampu mengembangkan potensi di wilayah tersebut. Pada tahun 2012 IPM Provinsi Papua Barat mencapai 70,12 dimana angka ini mengalami peningkatan dibanding tahun sebelumnya (Badan Pusat Statistik, 2012). Namun secara peringkat nasional tidak mengalami peningkatan peringkat dibandingkan dengan tahun lalu. Lalu bagaimana dengan kondisi pembangunan manusia antar kabupaten/kota di Provinsi Papua Barat? Sangat dimungkinkan adanya pengaruh spasial dimana potensi pembangunan di daerah yang maju akan mempengaruhi pembangunan manusia di daerah terdekatnya. Oleh karenanya akan dilakukan identifikasi *spatial pattern* (pola spasial) dan pengujian *spatial autocorrelation* (dependensi spasial) IPM di wilayah Papua Barat.

Spatial Pattern

Analisis spasial sebagai analisis data dalam penelitian yang mempertimbangkan lokasi atau jarak antar objek (Xu dan Eugene, 2015). Di dalam analisis spasial terdapat *spatial pattern* atau pola spasial yang merupakan suatu pola yang berhubungan dengan penempatan objek atau susunan benda di muka bumi. Pola spasial dapat disajikan dalam bentuk pola titik (*point pattern*) dan pola area (Anselin 1995). Bentuk distribusi data pada *spatial pattern* antara lain sebagai berikut:

- a. *Random*, yaitu beberapa titik terletak secara *random* di beberapa lokasi. Posisi suatu titik tidak dipengaruhi oleh posisi titik lainnya.
- b. *Uniform*, yakni setiap titik berada secara merata dan berjauhan dengan titik-titik lainnya.
- c. *Clustered*, yaitu beberapa titik membentuk suatu kelompok dan saling berdekatan.

Salah satu metode yang digunakan untuk mendeteksi pola spasial yaitu Metode *Quadrat Analysis*. Metode ini mengevaluasi distribusi pola titik

dengan memeriksa perubahan kepadatan suatu lokasi (Guisepe dan Badi 2009). Kepadatan yang diukur tersebut dibandingkan untuk mengetahui apakah pola titik-titik tersebut memiliki pola *random*, *uniform* atau *clustered*. Pendekatan yang digunakan dalam metode Quadrat Analysis adalah *Variance-to-Mean Ratio* (VTMR).

Variance-to-Mean Ratio (VTMR) yaitu menggunakan perhitungan rasio antara *mean* (\bar{x}) dan *variance* (σ^2), dengan rumus sebagai berikut:

$$VTMR = \frac{S^2}{\bar{x}} \quad (1)$$

dimana $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{m}$ dan $S^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2}{m-1}$

m adalah quadrat dan x_i adalah jumlah titik pada quadrat ke- i .

Interpretasi VTMR yaitu sebagai berikut:

1. Apabila VTMR > 1 maka akan cenderung berpola *clustered* (mengelompok)
2. Apabila VTMR mendekati 1 maka cenderung berpola *random*, dimana *mean* dan *variance* bernilai hampir sama.
3. Apabila VTMR mendekati 0 atau kurang dari 1 maka cenderung berpola *uniform*, dimana *variance* bernilai mendekati 0. Hal ini menunjukkan bahwa titik-titik menyebar secara teratur di semua lokasi.

Pengujian Hipotesis metode Quadrat Analysis adalah :

H_0 : data tidak berpola mengelompok (*clustered*)

H_1 : data berpola mengelompok (*clustered*)

$$\text{Statistik Uji} = \frac{(m-1)S^2}{\bar{x}} \quad (2)$$

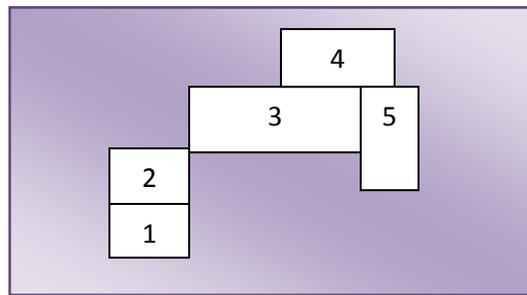
Pengambilan keputusan adalah H_0 ditolak apabila nilai statistik uji lebih dari $\chi^2_{(m-1),\alpha}$.

Autokorelasi Spasial (*Spatial Autocorrelation*)

Menurut Gujarati (1991), istilah autokorelasi dapat diartikan sebagai korelasi antar anggota serangkaian pengamatan yang diurutkan menurut waktu (*time-series*) atau ruang (*cross-section*). Autokorelasi yang terjadi pada data spasial disebut dengan autokorelasi spasial (*spatial autocorrelation*) yang merupakan salah satu efek spasial. Autokorelasi spasial dapat diuji secara global maupun lokal wilayah tersebut. Baik pada secara global maupun lokal, pengujian autokorelasi melibatkan suatu bobot yang disebut Matriks Pembobot Spasial (*spatial weight matrix*) yang menggambarkan kedekatan hubungan antar lokasi.

Matriks pembobot spasial disebut juga sebagai matriks yang menggambarkan kekuatan interaksi antar lokasi. Gambar 1 menunjukkan kedekatan (*contiguity*) posisi atau letak suatu lokasi terhadap lokasi lainnya.

Gambar 1. Ilustrasi Kedekatan Lokasi (*Contiguity*)



Menurut Anselin (1995), matriks pembobot dapat dibedakan menjadi tiga, antara lain:

- 1) *Rook contiguity*, daerah pengamatannya ditentukan berdasarkan sisi-sisi yang saling bersinggungan dan sudut tidak diperhitungkan.

- 2) *Bishop contiguity*, daerah pengamatannya ditentukan berdasarkan sudut-sudut yang saling bersinggungan dan sisi tidak diperhitungkan.
- 3) *Queen contiguity*, daerah pengamatannya ditentukan berdasarkan sisi-sisi yang saling bersinggungan dan sudut juga diperhitungkan.

Matriks pembobot spasial \mathbf{W} dapat diperoleh dari dua cara yaitu matriks pembobot terstandarisasi (*standardized contiguity matrix* $\mathbf{W}_{\text{standardize}}$) dan matriks pembobot tidak terstandarisasi (*unstandardized contiguity matrix* $\mathbf{W}_{\text{unstandardize}}$). Matriks pembobot terstandarisasi (*standardize contiguity matrix* $\mathbf{W}_{\text{standardize}}$) merupakan matriks pembobot yang diperoleh dengan cara memberikan bobot yang sama rata terhadap tetangga lokasi terdekat dan yang lainnya nol, sedangkan matriks pembobot tak terstandarisasi (*unstandardize contiguity matrix* $\mathbf{W}_{\text{unstandardize}}$) merupakan matriks pembobot yang diperoleh dengan cara memberikan bobot satu bagi tetangga terdekat dan yang lainnya nol.

Pengujian *Global Spatial Autocorrelation*

Terdapat beberapa macam statistik uji ada tidaknya autokorelasi spasial secara global, diantaranya: *Moran's I*, Indeks *Geary's C* dan *Getis G*.

Statistik *Moran's I*

Pengujian secara global melalui statistik *Moran's I* merupakan pengujian adanya autokorelasi dengan asumsi lokasi sama tetapi variabel berbeda dan berbasis kovarian. Menurut Lee dan Wong (2001) statistik *Moran's I* dapat diukur dengan rumus sebagai berikut.

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \mathbf{W}_{ij} (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})(\mathbf{x}_j - \bar{\mathbf{x}})}{S_0 \sum_{i=1}^n (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})^2} \quad (3)$$

dimana $S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \mathbf{W}_{ij}$ dan \mathbf{W}_{ij} merupakan matriks pembobot tidak terstandarisasi. Apabila dinotasikan secara matriks menjadi persamaan berikut.

$$I = \frac{n (\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}})^T \mathbf{W}_{ij} (\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}})}{S_0 (\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}})^T (\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}})} \quad (4)$$

dimana \mathbf{W}_{ij}^* merupakan matriks pembobot terstandarisasi.

Nilai harapan dari I yaitu:

$$E(I) = \frac{-1}{(n-1)} \quad (5)$$

Pengujian Hipotesis terhadap parameter I adalah sebagai berikut :

H_0 : tidak ada autokorelasi spasial

H_1 : terdapat autokorelasi positif (indeks *Moran's I* bernilai positif) atau

H_1 : terdapat autokorelasi negatif (indeks *Moran's I* bernilai negatif).

Statistik uji indeks *Moran's I* diturunkan dalam bentuk statistik peubah acak normal baku. Hal ini didasarkan pada teori Dalil Limit Pusat dimana untuk n yang besar dan ragam diketahui maka $Z(I)$ akan menyebar normal baku sebagai berikut.

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{Var}(I)}} \quad (6)$$

dimana I merupakan indeks *Moran's I*, $Z(I)$ merupakan nilai statistik uji indeks *Moran's I*, $E(I)$ adalah nilai ekspektasi indeks *Moran's I*, dan $\text{Var}(I)$ merupakan nilai varians dari indeks *Moran's I* dengan

$$\text{Var}(I) = \frac{n^2 \cdot S_1 - n \cdot S_2 + 3 \cdot S_0^2}{(n^2 - 1) \cdot S_0^2} - [E(I)]^2 \quad (7)$$

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

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

$$S_2 = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n w_{ij} + \sum_{j=1}^n w_{ji} \right)^2 = \sum_{i=1}^n (w_{i\bullet} + w_{\bullet i})^2$$

Keterangan :

w_{ij} : elemen matriks pembobot terstandarisasi

$w_{i\bullet}$: jumlah baris ke- i pada matriks pembobot terstandarisasi

$w_{\bullet j}$: jumlah kolom ke- j pada matriks pembobot terstandarisasi

Pengujian ini akan menolak hipotesis awal jika nilai $Z(I) > Z_{(\alpha)}$ (autokorelasi positif) atau $Z(I) < -Z_{(\alpha)}$ (autokorelasi negatif). Positif autokorelasi spasial mengindikasikan bahwa antar lokasi pengamatan memiliki keeratan hubungan.

Statistik Geary's C

Analisis autokorelasi spasial global bertujuan meringkas kekuatan dependensi spasial dengan statistik. Pengujian secara global dengan menggunakan *Geary's C* berbasis pada varians dengan persamaan sebagai berikut:

$$C = \frac{(n-1) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j)^2}{2n \sum_{i=1}^n (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})^2} \quad (8)$$

dimana nilai C berada pada rentang 0 sampai dengan 2, jika:

$0 \leq C < 1 \rightarrow$ Autokorelasi Positif

$1 < C \leq 2 \rightarrow$ Autokorelasi Negatif

C mendekati atau tepat = 1 \rightarrow tidak ada autokorelasi

Hipotesis terhadap parameter C dapat adalah sebagai berikut :

H_0 : tidak ada autokorelasi spasial

H_1 : terdapat autokorelasi positif (indeks Geary's C bernilai kurang dari 1)

atau

H_1 : terdapat autokorelasi negatif (indeks Geary's C bernilai lebih dari 1).

Statistik *Getis-Ord G*

Statistik Getis-Ord memiliki sedikit perbedaan pendekatan dependensi spasial dalam menggunakan matriks contiguity dimana mendasarkan pada jarak. Kebertetanggaan atau kedekatan didefinisikan dalam sebuah jarak d . Statistik G persamaannya adalah sebagai berikut:

$$G(d) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} W_{ij}(d) \cdot x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} x_i x_j} \quad (9)$$

G bernilai antara 0 dan 1. $G(d)$ menunjukkan adanya dependensi global dari suatu fenomena *spatial clustering* yang tinggi (atau wilayah *hot spots*).

Pengujian statistik Getis-Ord adalah sebagai berikut:

$$Z(G) = \frac{G - E(G)}{\sqrt{\text{Var}(G)}} \quad (10)$$

dengan nilai harapan:

$$E(G(d)) = \frac{W}{n(n-1)} \quad (11)$$

$$W = \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} w_{ij}(d)$$

dan varian

$$\text{Var}(G) = E(G^2) - [E(G)]^2 \quad (12)$$

dimana

$$E(G^2) = \frac{1}{(m_1^2 - m_2)^2 \cdot n(n-1)(n-2)(n-3)} (B_0 m_1^2 + B_1 m_4 + B_2 m_1^2 m_2 + B_3 m_1 m_3 + B_4 m_1^4)$$

$$B_0 = (n^2 - 3n + 3)S_1 - nS_2 + 3W^2$$

$$B_1 = -[(n^2 - n)S_1 - 2nS_2 + 3W^2]$$

$$B_2 = -[2nS_1 - (n + 3)S_2 + 6W^2]$$

$$B_3 = 4(n - 1)S_1 - 2(n + 1)S_2 + 8W^2$$

$$B_4 = S_1 - S_2 + W^2$$

$$S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} [w_{ij}(d) + w_{ji}(d)]^2$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j \neq i} w_{ij}(d) + \sum_{j \neq i} w_{ji}(d) \right)^2 = \sum_{i=1}^n (w_{i \bullet} + w_{\bullet i})^2$$

Kriteria pengujian yaitu tolak H_0 pada taraf signifikansi α jika $Z(I) > Z_{1-\alpha}$ atau $Z(I) < Z_{\alpha}$ artinya terdapat autokorelasi spasial atau *spatial clustering*.

Pengujian *Local Spatial Autocorrelation*

Pengujian autokorelasi spasial secara lokal biasa disebut dengan LISA (*Local Indicators of Spatial Association*) dengan ukuran *Moran's I_r*. Analisis autokorelasi spasial global bertujuan meringkas kekuatan dependensi spasial dengan statistik, informasi rinci tentang pengelompokan spasial dapat diperoleh dari *Local Indicators of Spatial*

Association (LISA) (Anselin, 1995). statistik lokal *Moran's* digunakan untuk dua tujuan yaitu mencari indikator dari *cluster* spasial lokal serta untuk mendiagnosa adanya *outlier* dalam *spatial pattern* secara global. Statistik uji *Local Moran's* adalah.

$$I_i = \frac{(\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}}) \sum_{j=1}^n \mathbf{W}_{ij} (\mathbf{x}_j - \bar{\mathbf{x}})}{\frac{\sum_{j=1}^n (\mathbf{x}_j - \bar{\mathbf{x}})^2}{n}} \quad (13)$$

Hubungan antara statistik *Global Moran's I* dan *Local Moran's I_i* yaitu

$$I = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i \quad (14)$$

Pengujian terhadap parameter I_i dapat dilakukan sebagai berikut.

H_0 : tidak ada autokorelasi spasial

H_1 : terdapat autokorelasi spasial

Statistik uji:

$$Z_{hitung} = \frac{I_i - E(I_i)}{\sqrt{Var(I_i)}} \quad (14)$$

Dengan I_i merupakan indeks LISA, Z_{hitung} merupakan nilai statistik uji indeks LISA, $E(I_i)$ merupakan nilai ekspektasi indeks LISA dan $Var(I_i)$ nilai varians dari indeks LISA.

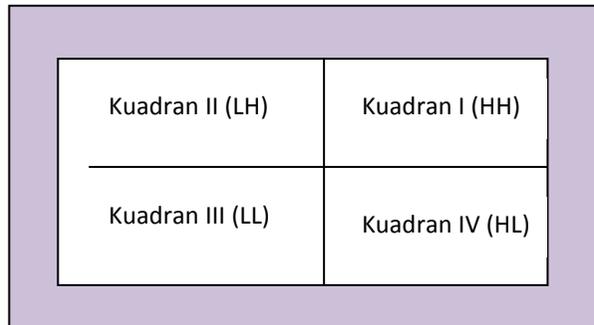
$$E(I_i) = \frac{-w_i}{(n-1)} \quad (15)$$

Pengujian ini akan menolak hipotesis awal jika nilai Z_{hitung} terletak pada $|Z_{hitung}| > Z(\alpha/2)$.

Interpretasi *Moran's I* dapat dilihat melalui garis regresi yang menggambarkan hubungan linear antara nilai pengamatan dengan lag

spasial dari nilai pengamatan itu sendiri. Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Moran's Scatterplot



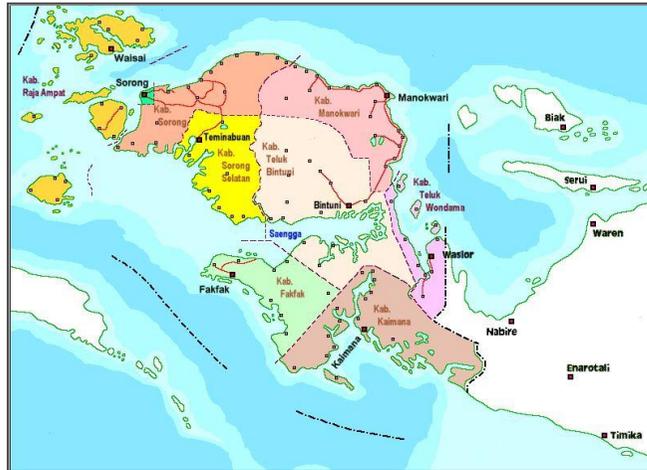
Kuadran I (terletak di kanan atas) disebut *High-High* (HH), menunjukkan daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi. Kuadran II (terletak di kiri atas) disebut *Low-High* (LH), menunjukkan daerah dengan pengamatan rendah tapi dikelilingi daerah dengan nilai pengamatan tinggi. Kuadran III (terletak di kiri bawah) disebut *Low-Low* (LL), menunjukkan daerah dengan nilai pengamatan rendah dan dikelilingi daerah yang juga mempunyai nilai pengamatan rendah. Kuadran IV (terletak di kanan bawah) disebut *High-Low* (HL), menunjukkan daerah dengan nilai pengamatan tinggi yang dikelilingi oleh daerah dengan nilai pengamatan rendah. *Moran's Scatterplot* yang banyak menempatkan pengamatan di kuadran HH dan kuadran LL akan cenderung mempunyai nilai autokorelasi spasial yang positif (*cluster*). Sedangkan *Moran's Scatterplot* yang banyak menempatkan pengamatan di kuadran HL dan LH akan cenderung mempunyai nilai autokorelasi spasial yang negatif.

Metodologi

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data IPM kabupaten/kota di Provinsi Papua Barat pada tahun 2012 yang terdiri atas

11 kabupaten/kota. Peta wilayah administrasi Papua Barat ditunjukkan pada Gambar 3 (kondisi tahun 2012).

Gambar 3. Peta Wilayah Administrasi Provinsi Papua Barat Tahun 2012



Tahapan analisis data dalam paper ini yaitu dilakukan dengan langkah-langkah dibawah ini:

1. Mendeskripsikan penyebaran besarnya angka IPM di Provinsi Papua Barat
2. Membuat eksplorasi data IPM di Provinsi Papua Barat secara spasial
3. Mengidentifikasi pola spasial sebaran besarnya angka IPM yang terbentuk di Provinsi Papua Barat dengan Quadrat Analysis (VTMR)
4. Menguji autokorelasi spasial secara global (Indeks Moran's I, Geary's C, dan Getis-Ord G)
5. Menguji autokorelasi spasial secara local dengan Local Moran Index Spatial Association (LISA)
6. Membandingkan hasil pengujian autokorelasi spasial secara global dan lokal

7. Mengidentifikasi Hubungan Lokal Spasial antar Kabupaten/Kota di Papua Barat
8. Mengambil kesimpulan

Hasil dan Pembahasan

Deskripsi IPM di Provinsi Papua Barat

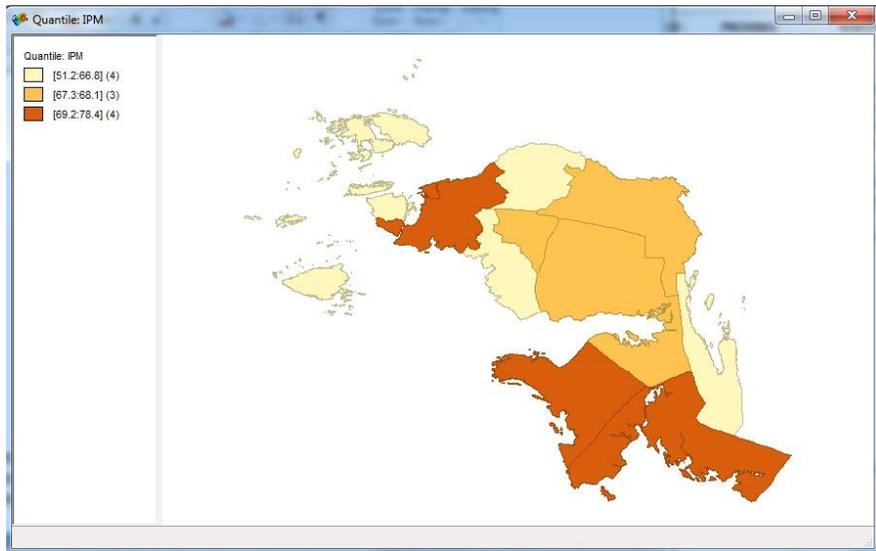
Papua Barat merupakan salah satu provinsi termuda ke-empat di Indonesia dimana sebagai salah satu provinsi baru pemekaran dari Provinsi Papua banyak pengembangan yang dilakukan baik dari sisi sumber daya alam maupun sumber daya manusia. Papua Barat terletak pada $0^{\circ}0'' - 4^{\circ}0''$ LS dan $124^{\circ}0'' - 132^{\circ}0''$ BT, tepat di bawah garis Khatulistiwa dengan ketinggian 0 – 100 meter dari permukaan laut. Luas wilayah Provinsi Papua Barat mencapai 97.407,61 km² (berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 6 Tahun 2008), habis dibagi menjadi 10 kabupaten dan 1 kota.

Seringkali keberhasilan suatu pembangunan diukur dengan angka IPM di suatu daerah. Pada tahun 2012 IPM di Papua Barat mencapai angka 70,12 dimana angka ini meningkat dibanding tahun sebelumnya. Mulai tahun 2009, penghitungan IPM 2009 di Papua Barat telah menyertakan dua kabupaten pemekaran baru yakni Kabupaten Tambrauw dan Kabupaten Maybrat. Dalam perkembangannya besarnya capaian IPM di Provinsi Papua Barat selalu mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Demikian pula dengan kabupaten/kota di Provinsi Papua Barat tak satupun yang mengalami penurunan angka IPM. Hal ini menandakan usaha-usaha pembangunan manusia telah berjalan meskipun ada yang mengalami kemajuan pesat dan lambat perkembangannya.

Eksplorasi Data IPM di Provinsi Papua Barat secara Spasial

Data IPM di Provinsi Papua Barat dapat dideskripsikan secara spasial dengan basis area melalui eksplorasi data yang ingin diamati pada sebuah peta wilayah (Nuarsa 2005) seperti pada Gambar 3.

Gambar 3. Eksplorasi Data Spasial IPM Provinsi Papua Barat Tahun 2012



Dengan menyajikan dalam bentuk kuantil seperti diatas dapat dilihat bahwa angka IPM pada kuantil tengah cenderung mengelompok pada wilayah-wilayah di daerah pertengahan provinsi. Sedangkan kuantil IPM yang rendah cenderung berada di wilayah tepi atau pinggiran. Secara grafis pola spasial belum terlalu tampak, bahkan masih bisa disebut polanya menyebar secara random artinya tidak menunjukkan adanya pola spasial. Untuk dapat meyakinkan apakah terdapat suatu pola spasial khususnya dependensi spasial maka perlu adanya pengujian lebih lanjut.

Identifikasi Pola Spasial IPM di Provinsi Papua Barat

Identifikasi pola spasial yang digunakan dalam paper ini yaitu menggunakan metode Quadrat Analysis dengan pendekatan *Variance to Mean Ratio* (VTMR). Hasil penghitungannya diperoleh sebagai berikut:

Tabel 1. Pengujian Pola Spasial dengan VTMR

No	Kode	Kabupaten/Kota	IPM	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1.	9101	Fak-Fak	72.64	4.9436	24.4395
2.	9102	Kaimana	71.22	3.5236	12.4160
3.	9103	Teluk Wondama	66.8	-0.8964	0.8035
4.	9104	Teluk Bintuni	67.58	-0.1164	0.0135
5.	9105	Manokwari	68.07	0.3736	0.1396
6.	9106	Sorong Selatan	66.83	-0.8664	0.7506
7.	9107	Sorong	69.23	1.5336	2.3520
8.	9108	Raja Ampat	65.49	-2.2064	4.8680
9.	9109	Tambrau	51.18	-16.5164	272.7903
10.	9110	Maybrat	67.26	-0.4364	0.1904
11.	9171	Kota Sorong	78.36	10.6636	113.7131
Jumlah			744.66	0	432.4767
Rata-rata			67.6964		
Varian					43.2477
VTMR					0.6388
<i>Significant Test</i>					6.38
Tabel Chisquare ₁₀ (0.05)					18.307

Dari Tabel 1 diperoleh nilai signifikan test sebesar 6,38 lebih kecil dari nilai chi-square tabel dengan derajat bebas $(n-1) = (11-1) = 10$ dengan tingkat kepercayaan alpha sebesar 5% yaitu sebesar 18,307, sehingga dapat ditarik kesimpulan gagal tolak H_0 yang artinya data tidak berpola *clustered* (mengelompok).

Pengujian Autokorelasi Spasial

Pada paper ini digunakan pendekatan matriks pembobot spasial jenis *queen contiguity* yang berbasis sudut dan sisi berdasarkan peta wilayah administratif Provinsi Papua Barat. Pemilihan matriks pembobot spasial

tipe queen contiguity ini dengan mengasumsikan bahwa batas-batas wilayah antar kabupaten/kota dapat dilalui penduduk. Matriks pembobot spasial yang terbentuk seperti pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Matriks Pembobot Spasial *Queen Contiguity Unstandardized*

	9101	9102	9103	9104	9105	9106	9107	9108	9109	9110	9171
9101	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9102	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
9103	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
9104	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0
9105	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
9106	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0
9107	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
9108	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
9109	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
9110	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
9171	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pengujian *Global Spatial Autocorrelation*

Pengujian autokorelasi spasial secara global pada paper ini menggunakan statistik uji *Moran's I* dan *Geary's C*.

Statistik *Moran's I*

Hasil yang diperoleh untuk Statistik *Moran's I* sebagai berikut

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{(\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}})^T \mathbf{W}(\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}})}{(\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}})^T (\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}})} = \frac{11}{36} \times \frac{54,2323}{432,4767} = 0,04692$$

Tabel 3. Matriks Pembobot Spasial *Queen Contiguity Standardized*

	9101	9102	9103	9104	9105	9106	9107	9108	9109	9110	9171
9101	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9102	0.33	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9103	0.00	0.33	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9104	0.17	0.17	0.17	0.00	0.17	0.17	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00
9105	0.00	0.00	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25	0.00
9106	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25	0.25	0.00
9107	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25	0.25	0.00	0.25
9108	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9109	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25	0.25	0.00	0.00	0.25	0.00
9110	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25	0.25	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00
9171	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

selanjutnya menghitung Moran's I dengan $\mathbf{W}_{\text{standardized}}$

$$I = \frac{(\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}})^T \mathbf{W}^* (\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}})}{(\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}})^T (\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}})} = \frac{58,75068}{432,47765} = 0,13585$$

Jadi nilai *Moran's I* dengan $\mathbf{W}_{\text{standardized}}$ diperoleh nilai sebesar 0,13585.

$$Z_I = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{var}(I)}} = \frac{(0,13585) - (-0,1)}{\sqrt{0,09652}} = 0,75913$$

Kriteria pengujian yaitu tolak H_0 pada taraf signifikansi α jika $Z(I) > Z_{1-\alpha}$. Dengan menggunakan taraf signifikansi 95% maka diperoleh nilai $Z_{1-\alpha} = Z_{0,95} = 1,645$ sehingga diketahui bahwa nilai $Z(I) = 0,75913 < Z_{1-\alpha} = 1,645$, maka keputusannya gagal tolak H_0 , artinya tidak terdapat autokorelasi spasial pada angka IPM di Provinsi Papua Barat tahun 2012.

Dari pengujian *Moran's I* diatas diperoleh kesimpulan bahwa pada taraf signifikansi 5% dinyatakan bahwa tidak terdapat autokorelasi spasial terhadap angka IPM antar kabupaten/kota di Provinsi Papua Barat pada tahun 2012. Namun nilai statistik *Moran's I* sebesar 0,13585 berada pada

rentang $0 < I \leq 1$ yang artinya menunjukkan adanya pola autokorelasi spasial positif.

Statistik Geary's C

Untuk Statistik Geary's C dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$C = \frac{(n-1) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j)^2}{2n \sum_{i=1}^n (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})^2} = \frac{(11-1)(671,64498)}{2(11)(432,47665)} = 0,70592$$

Dari hasil perhitungan C yang sudah diperoleh dapat disimpulkan bahwa $0 \leq C < 1$ artinya terdapat Autokorelasi Spasial Positif angka IPM antar kabupaten/kota di Provinsi Papua Barat. Pengujian dengan $Z(I)$ menghasilkan kesimpulannya tidak sama dengan hasil pengujian statistik Geary's C. Pada prakteknya, seringkali hasil Morans'I yang lebih disukai oleh banyak pengguna, tetapi lebih baik jika mencoba menguji keberadaan autokorelasi spasial secara lokal sehingga didapatkan kesimpulan yang lebih tepat.

Statistik Getis-Ord G

Pengujian spasial autokorelasi dengan statistik Getis-Ord G dihitung dan diperoleh hasil sebagai berikut:

$$G(d) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} W_{ij}(d) \cdot x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} x_i x_j} = \frac{2615,04}{503675,265} = 0,0052$$

$$Z(G) = \frac{G - E(G)}{\sqrt{\text{Var}(G)}} = \frac{0,0052 - 0,3273}{\sqrt{54012,1601}} = -0,00138$$

Kriteria pengujian yaitu tolak H_0 pada taraf signifikansi α jika $Z(I) > Z_{1-\alpha}$ atau $Z(I) < Z_{\alpha}$. Dengan menggunakan taraf signifikansi 95% maka diperoleh nilai $Z_{\alpha} = Z_{0,05} = -1,645$ sehingga diketahui bahwa nilai $Z(I) = -0,00138 < Z_{\alpha} = -1,645$, maka keputusannya gagal tolak H_0 , artinya tidak

terdapat autokorelasi spasial atau *spatial clustering* pada angka IPM di Provinsi Papua Barat tahun 2012.

Pengujian *Local Spatial Autocorrelation*

Pengujian autokorelasi spasial secara lokal biasa disebut dengan LISA (*Local Indicators of Spatial Association*) dengan ukuran *Moran's I_i*. Nilai *local Moran's I* (LISA) standardized sebesar 0,1358. Hasil yang sama ditunjukkan pula oleh perhitungan autokorelasi spasial secara global. Karena nilai LISA bernilai positif artinya tidak terdapat data yang *outlier*. Dibandingkan dengan Z_{α} sebesar 0,05 yaitu 1,64 maka nilai $Z_{hitung} < Z_{\alpha}$ artinya tidak terdapat autokorelasi spasial.

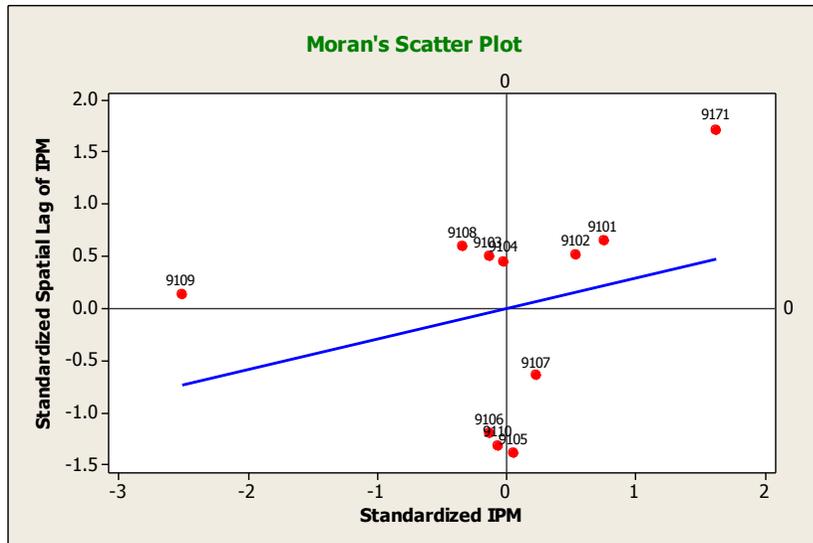
Antara pengujian autokorelasi spasial secara global dan lokal, sebagian besar hasil pengujian menunjukkan tidak adanya autokorelasi spasial yang signifikan seperti ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Perbandingan pengujian Autokorelasi Spasial

Uji	Kesimpulan
1. Moran	Tidak Ada autokorelasi
2. Geary	Ada autokorelasi positif
3. Getis	Tidak Ada autokorelasi
4. LISA	Tidak Ada autokorelasi

Untuk *Moran's scatter* atau *Moran's scatter plot* ditunjukkan pada Gambar 4 di bawah ini.

Gambar 4. Moran's *Scatter Plot*



Grafik di atas diperoleh dengan cara menstandarisasi nilai pengamatan dalam hal ini IPM sebagai sumbu mendatar dan menstandarisasi nilai perkalian lag spasial dengan angka IPM sehingga diperoleh hasil seperti Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Standarisasi Nilai Xi dan WXi

Kode	Xi	WXi	Standardized IPM	Standardized Spatial Lag of IPM
9101	72.64	69.4000	0.75174	0.64773
9102	71.22	69.0067	0.53581	0.51809
9103	66.80	68.9567	-0.13630	0.50161
9104	67.58	68.8033	-0.01769	0.45108
9105	68.07	63.2050	0.05682	-1.39403
9106	66.83	63.8125	-0.13174	-1.19381
9107	69.23	65.4650	0.23321	-0.64918
9108	65.49	69.2300	-0.33550	0.59170
9109	51.18	67.8475	-2.51150	0.13605
9110	67.26	63.4150	-0.06635	-1.32482
9171	78.36	72.6400	1.62153	1.71558

Moran's *Scatter Plot* juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi tipe hubungan lokal spasial yang digambarkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Tipe Hubungan Lokal Spasial antar Kabupaten/Kota di Provinsi Papua Barat

		Spasial <i>Lag</i> Variabel (WX)	
		HIGH	LOW
Variabel (X)	HIGH	Kuadran I: HH meliputi: 9101, 9102, 9171	Kuadran IV: HL meliputi: 9105, 9107
	LOW	Kuadran II: LH meliputi: 9103, 9104, 9108, 9109	Kuadran III: LL meliputi: 9106, 9110

Berdasarkan Gambar 3 dan Tabel 5 diatas diperoleh hasil sebagai berikut.

1. Pada kuadran I, HH (*Highb-Highb*) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai angka IPM tinggi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai angka IPM tinggi pula. Kabupaten/kota yang berada dalam kuadran I antara lain Kabupaten Fakfak, Kabupaten Kaimana, dan Kota Sorong
2. Pada kuadran II, LH (*Low-Highb*) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai angka IPM rendah dikelilingi oleh daerah yang mempunyai angka IPM tinggi. Kabupaten yang berada dalam kuadran II meliputi Kabupaten Teluk Wondama, Kabupaten Teluk Bintuni, Kabupaten Sorong, dan Kabupaten Tambrau.
3. Pada kuadran III, LL (*Low-Low*) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai angka IPM rendah dikelilingi oleh daerah yang mempunyai angka IPM rendah. Kabupaten yang berada dalam kuadran III yaitu Kabupaten Sorong Selatan dan Kabupaten Maybrat.

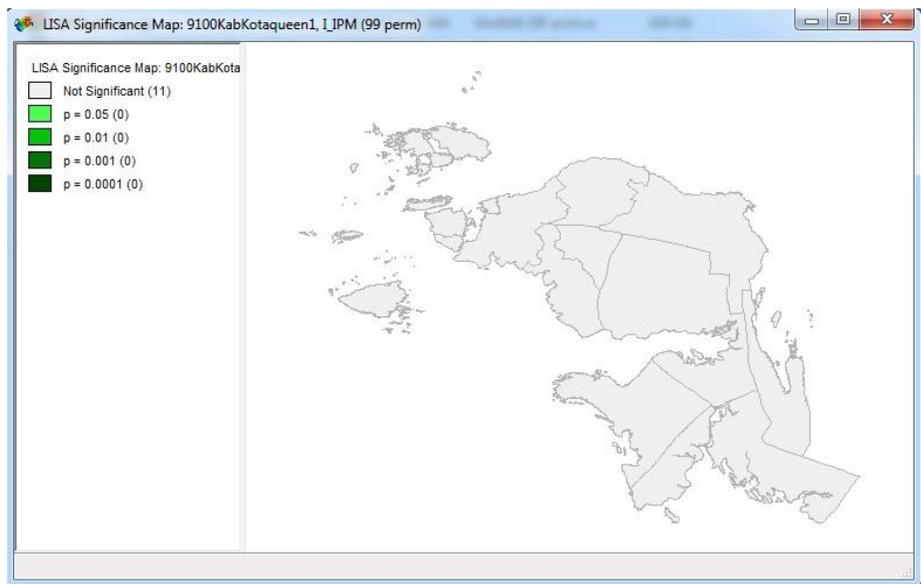
4. Pada kuadran IV, HL (*High-Low*) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai angka IPM tinggi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai angka IPM rendah. Kabupaten yang berada dalam kuadran IV adalah Kabupaten Manokwari dan Kabupaten Sorong.

Untuk persamaan garis regresi sebagai berikut:

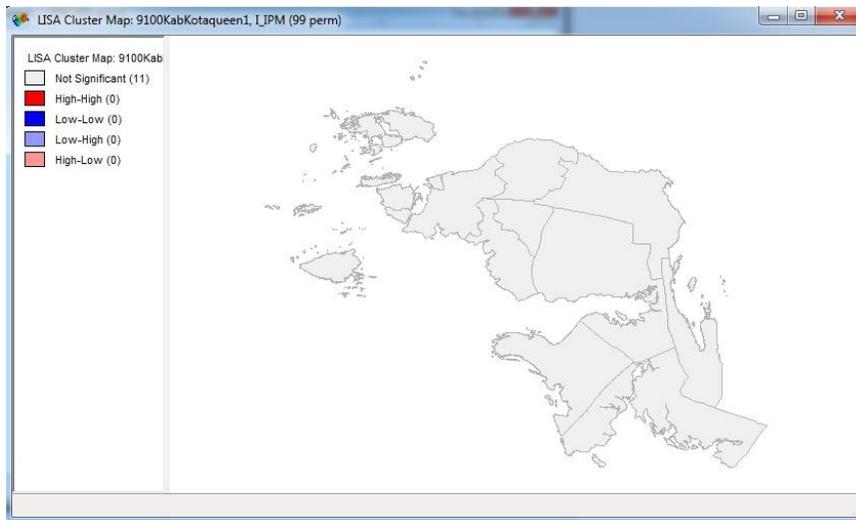
$$\widehat{Lx}_i = 58,2323 + 0,13585 x_i$$

Signifikansi LISA dapat disajikan melalui peta LISA (*LISA Significance Map* atau *LISA Cluster Map*) seperti pada gambar di bawah ini melalui *output* Geoda 1.6.0.

Gambar 4. LISA *Significance Map*



Gambar 5. LISA *Cluster Map*



Berdasarkan LISA *Significance Map* dan LISA *Cluster Map* dapat diperoleh kesimpulan bahwa autokorelasi spasial lokal pada setiap wilayah tidak ada satupun yang signifikan. Artinya tidak terdapat dependensi spasial angka IPM antar kabupaten/kota di Provinsi Papua Barat secara statistik. Akan tetapi secara teoritis belum tentu benar-benar tidak mengandung pengaruh spasial.

Kesimpulan

Hasil analisis secara statistik disimpulkan bahwa antar kabupaten/kota di Provinsi Papua Barat tidak terdapat dependensi spasial terhadap angka IPM pada tahun 2012. Namun perlu dikaji lebih lanjut aspek apa yang mempengaruhi angka IPM terkait dengan kedekatan wilayah. Perlu diketahui bahwa secara geografis Provinsi Papua Barat didominasi oleh daerah-daerah pegunungan yang sulit ditempuh dengan perjalanan darat sehingga sangat dimungkinkan kegiatan perekonomian maupun pendidikan bergantung pada kemudahan transportasi yang ada. Seperti contohnya, Kabupaten Tambrauw berbatasan langsung dengan Kabupaten Sorong secara administratif, tetapi pada kenyataannya sebagian besar wilayah Kabupaten Tambrauw tidak dapat melintas ke Kabupaten

Sorong melalui perjalanan darat. Untuk dapat mengakses Kabupaten Sorong, penduduk di Kabupaten Tambrauw harus melintasi Kabupaten Manokwari selanjutnya melakukan perjalanan dengan transportasi laut ataupun udara. Oleh karenanya, akan lebih baik jika pemilihan bobot spasial juga ditentukan berdasarkan tingkat kesulitan akses antar wilayah.

Referensi

- Anselin, L. 1995. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Badan Pusat Statistik. 2012. *Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Papua Barat 2012*.
- Guissepe, A and Badi H.B. 2009. *Spatial Econometrics Method and Applications*. Germany:Springer
- Gujarati, D. 1991. *Ekonometrika Dasar*. Jakarta: Erlangga
- Lee J, Wong D.W.S. 2001. *Statistical Analysis Arc View GIS*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Nuarsa, I.W. 2005. *Belajar Sendiri Menganalisis Data Spasial dengan ArcView GIS 3.3 Untuk Pemula*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia.
- Xu, Yanqing and Eugene K. 2015. "An Introduction to Spatial Analysis in Social Science Research". *The Quantitative Methods of Psychology Journal*. Vol. 11 No. 1: 22-31. DOI: 10.20982/tqmp.11.1.p022