

# AUTOKORELASI SPASIAL KEPADATAN BANGUNAN DAN SEBARAN GENANGAN BANJIR KAWASAN PESISIR KOTA PALU

Andi Chairul Achsan<sup>1\*</sup>, Rizkhi<sup>1</sup>, Sri Mulyati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dosen Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako

\*Corresponding Author, Email: [andichairulachsan@gmail.com](mailto:andichairulachsan@gmail.com)

Info Artikel	Abstrak
<b>Riwayat Artikel:</b> Diterima: 16 September 2023  Disetujui: 11 Oktober 2023	<p>Kota Palu, sebagai salah satu pusat perkotaan di Indonesia, mengalami pertumbuhan pesat dalam beberapa dekade terakhir. Pertumbuhan ini disertai dengan peningkatan kepadatan penduduk dan pembangunan bangunan. Peningkatan kepadatan bangunan memiliki dampak yang signifikan pada dinamika perkotaan, termasuk mobilitas penduduk, pemanfaatan lahan, dan kualitas lingkungan. Oleh karena itu, pemahaman yang lebih mendalam tentang pola distribusi spasial kepadatan bangunan di Kota Palu sangat penting. Banjir merupakan ancaman serius bagi keselamatan warga, lingkungan, dan aset kota. Untuk mengurangi risiko banjir, pemahaman yang mendalam tentang pola sebaran banjir dalam wilayah kota sangat penting. Autokorelasi spasial adalah alat analisis yang dapat membantu kita memahami apakah pola sebaran banjir dalam kota memiliki keterkaitan spasial yang signifikan. Berdasarkan hasil pengujian autokorelasi spasial dengan Moran's I pada aspek kepadatan bangunan menunjukkan nilai moran's I sebesar 0,847 dan pada aspek genangan banjir menunjukkan nilai moran's I 0,067 hal ini memperlihatkan terdapat autokorelasi spasial pada aspek kepadatan bangunan dan genangan banjir di kawasan Pesisir Kota Palu. Hasil pengujian indeks LISA Kepadatan Bangunan Wilayah dengan P-value &lt; <math>\alpha</math> = 5% yaitu Tanamodindi, Besusu Tengah, Lolu Selatan, Siranindi yang berarti bahwa kelurahan tersebut terdapat keterkaitan kepadatan bangunan antar wilayah di setiap kelurahan Kawasan Pesisir Kota Palu.. Hasil pengujian indeks LISA Genangan Banjir Wilayah dengan P-value &lt; <math>\alpha</math> = 5% yaitu Tondo.</p> <p><b>Kata Kunci:</b> Autokorelasi Spasial, Kepadatan Bnagunan, Banjir</p>

## I. PENDAHULUAN

Kota Palu, sebagai salah satu pusat perkotaan di Indonesia, mengalami pertumbuhan pesat dalam beberapa dekade terakhir. Pertumbuhan ini disertai dengan peningkatan kepadatan penduduk dan pembangunan bangunan. Peningkatan kepadatan bangunan memiliki dampak yang signifikan pada dinamika perkotaan, termasuk mobilitas penduduk, pemanfaatan lahan, dan kualitas lingkungan. Oleh karena itu, pemahaman yang lebih mendalam tentang pola distribusi spasial kepadatan bangunan di

Kota Palu sangat penting. Banjir merupakan ancaman serius bagi keselamatan warga, lingkungan, dan aset kota. Untuk mengurangi risiko banjir, pemahaman yang mendalam tentang pola sebaran banjir dalam wilayah kota sangat penting. Autokorelasi spasial adalah alat analisis yang dapat membantu kita memahami apakah pola sebaran banjir dalam kota memiliki keterkaitan spasial yang signifikan.

Autokorelasi spasial adalah konsep yang dapat membantu kita memahami bagaimana distribusi spasial dari bangunan dalam kota ini saling terkait berikut juga sebaran genangan banjir. Ini mengacu pada pola hubungan spasial antara kepadatan bangunan dan sebaran genangan banjir di berbagai lokasi dalam wilayah kota. Dengan menganalisis autokorelasi spasial, kita dapat mengidentifikasi apakah ada pola tertentu dalam penyebaran bangunan ataupun sebaran genangan banjir cenderung berkumpul di area tertentu (cluster) atau tersebar secara acak.

Penelitian sebelumnya tentang autokorelasi spasial dalam kepadatan bangunan telah menghasilkan wawasan penting dalam perencanaan dan pengembangan perkotaan. Misalnya, penelitian ini telah membantu mengidentifikasi daerah dengan kepadatan bangunan yang tinggi yang mungkin memerlukan perhatian khusus dalam hal infrastruktur, transportasi, dan mitigasi risiko bencana. Selain itu, penelitian tentang autokorelasi spasial telah membantu memahami dampak lingkungan dari pola pembangunan perkotaan. Namun, hingga saat ini, belum ada penelitian yang khusus memfokuskan pada autokorelasi spasial kepadatan bangunan di Kota Palu. Oleh karena itu, penelitian ini akan menjadi langkah pertama untuk mendapatkan pemahaman yang lebih dalam tentang pola distribusi spasial bangunan di wilayah ini. Hasil dari penelitian ini dapat memberikan panduan penting bagi pihak berwenang dalam perencanaan perkotaan, pengembangan wilayah, dan pemantauan dampak lingkungan. Penelitian sebelumnya juga telah menunjukkan bahwa pola sebaran banjir di kota-kota sering kali dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti topografi, drainase, tata guna lahan, dan pembangunan infrastruktur. Namun belum banyak penelitian yang secara khusus mencoba untuk mengidentifikasi autokorelasi spasial dalam sebaran banjir di Kota Palu. Oleh karena itu, penelitian ini akan menjadi kontribusi yang berharga dalam mengisi kesenjangan pengetahuan ini.

Penelitian ini juga relevan dalam konteks peningkatan ketahanan bencana, mengingat Kota Palu terletak di daerah yang rentan terhadap bencana alam, seperti gempa bumi dan tsunami. Dengan memahami pola distribusi bangunan, kita dapat mengidentifikasi area-area yang lebih rentan terhadap bencana dan mengambil langkah-langkah mitigasi yang lebih efektif. Demikian halnya juga dengan banjir dengan mengidentifikasi autokorelasi spasial dalam sebaran banjir, kita dapat memahami apakah ada pola spasial tertentu dalam daerah yang cenderung lebih rentan terhadap banjir, serta faktor-faktor yang mungkin berkontribusi terhadap pola tersebut. Informasi ini dapat digunakan oleh pihak berwenang dalam perencanaan mitigasi banjir yang lebih efektif dan perencanaan tata guna lahan yang lebih bijak. Selain itu, penelitian ini juga relevan dalam konteks perubahan iklim global, yang dapat mempengaruhi pola dan intensitas banjir di masa depan. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang autokorelasi spasial dalam sebaran banjir, Kota Palu dapat lebih siap menghadapi tantangan yang mungkin muncul dalam jangka panjang.

## II. METODE

Metode penelitian ini merupakan metode kuantitatif dengan analisis statistik data spasial berupa data yang dihubungkan dengan lokasi atau wilayah kejadian berupa peta lokasi. Tahapan penelitian mulai dari pengumpulan data dan analisisnya. Data dalam penelitian ini menggunakan data kepadatan bangunan dan sebaran genangan banjir kawasan pesisir Kota Palu. Peta wilayah adalah peta wilayah administrasi per kelurahan. Sedangkan pengolahan data menggunakan MS EXCEL dan software aplikasi Arcgis, Qgis dan GeoDA. Tahapan analisis data spasial sebagai berikut: 1. Melakukan eksplorasi data, yaitu melakukan proses penggabungan data peta batas administrasi kelurahan Kawasan Pesisir Kota Palu dengan data kepadatan bangunan dan sebaran genangan banjir. Proses penggabungan dilakukan untuk memperoleh data spasial yang merepresentasikan data kualitatif dan kuantitatif secara visual. 2. Membuat matriks pembobot spasial dan cara memperoleh matriks pembobotan spasial standarisasi berdasarkan standardize contiguity matrix  $W$  bertujuan untuk mengetahui jumlah tetangga lokasi/kecamatan yang dimiliki oleh masing-masing kelurahan. Dengan metode Queen Cotiguity diberikan nilai atau bobot yang sama rata terhadap tetangga lokasi terdekat yaitu satu dan lokasi yang lainnya diberi bobot nol. 3. Melakukan perhitungan autokorelasi spasial secara global dan local antar kecamatan. Penyebaran secara global diukur dengan menghitung nilai indeks Moran dan Rasio Geary's beserta pengujian statistik. Penyebaran secara lokal dengan metode LISA. 4. Membuat kesimpulan.

Pengukuran autokorelasi spasial untuk data spasial dapat dihitung menggunakan metode *Moran's Index* (Indeks Moran), *Geary's C*, dan *Tango's excess*<sup>[6]</sup>. Pada penelitian ini metode analisis hanya dibatasi pada metode *Moran's Index* (Indeks Moran). Indeks Moran (*Moran's I*) merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk menghitung autokorelasi spasial secara global. Metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi permulaan dari keacakan spasial. Keacakan spasial ini dapat mengindikasikan adanya pola-pola yang mengelompok atau membentuk tren terhadap ruang<sup>[5]</sup>. Menurut Kosfeld<sup>[5]</sup>, perhitungan autokorelasi spasial dengan metode Indeks Moran dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

1. Indeks Moran dengan matriks pembobot spasial tak terstandarisasi  $W^*$

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}^* (x_j - \bar{x})(x_i - \bar{x})}{S_0 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

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

$w_{ij}^*$  : elemen pada pembobot tak terstandarisasi antara daerah  $i$  dan  $j$ .

2. Indeks Moran dengan matriks pembobot spasial terstandarisasi  $W$

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_j - \bar{x})(x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

dengan:

$I$  : Indeks Moran

$n$  : banyaknya lokasi kejadian

$x_i$  : nilai pada lokasi  $i$

$x_j$  : nilai pada lokasi  $j$

$\bar{x}$  : rata-rata dari jumlah variabel atau nilai

$w_{ij}$  : elemen pada pembobot tak terstandarisasi antara daerah  $i$  dan  $j$

$w_{ij}$  : elemen pada pembobot terstandarisasi antara daerah  $i$  dan  $j$

Rentang nilai dari Indeks Moran dalam kasus matriks pembobot spasial terstandarisasi adalah  $-1 \leq I \leq 1$ . Nilai  $-1 \leq I < 0$  menunjukkan adanya autokorelasi spasial negatif, sedangkan nilai  $0 < I \leq 1$  menunjukkan adanya autokorelasi spasial positif, nilai Indeks Moran bernilai nol mengindikasikan tidak berkelompok. Nilai Indeks Moran tidak menjamin ketepatan pengukuran jika matriks pembobot yang digunakan adalah pembobot tak terstandarisasi. Untuk mengidentifikasi adanya autokorelasi spasial atau tidak, dilakukan uji signifikansi Indeks Moran. Uji hipotesis untuk Indeks Moran adalah sebagai berikut: i. Hipotesis  $H_0$  : Tidak terdapat autokorelasi spasial  $H_1$  : Terdapat autokorelasi spasial ii. Tingkat signifikansi:  $\alpha$  iii. Statistik uji:

$$\text{iii. Statistik uji: } Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{Var}(I)}} \approx N(0,1)$$

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

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \quad S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_{ij} + w_{ji})^2 \quad S_2 = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^n w_{ij} + \sum_{j=1}^n w_{ji} \right)^2$$

Kriteria uji: Tolak  $H_0$  pada taraf signifikansi  $\alpha$  jika  $Z > 1 - \alpha$  (Z dengan  $Z_{1-\alpha}$  adalah  $(1-\alpha)$  kuantil dari distribusi normal standar

### Morans Scatterplot

Moran's Scatterplot Pada grafik Moran's scatterplot sumbu horizontal pada Moran's scatterplot menunjukkan rata-rata nilai pengamatan pada suatu lokasi dan sumbu vertikal menunjukkan rata-rata nilai pengamatan (distandarisasi) dari lokasi-lokasi yang bertetangga dengan lokasi yang bersangkutan (Lee dan Wong, 2001). Scatterplot tersebut terdiri atas empat kuadran (Perobelli dan Haddad, 2003), Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada ilustrasi berikut.



**Gambar 1. Moran's Scatterplot**

Sumber: Kajian Pustaka, 2023

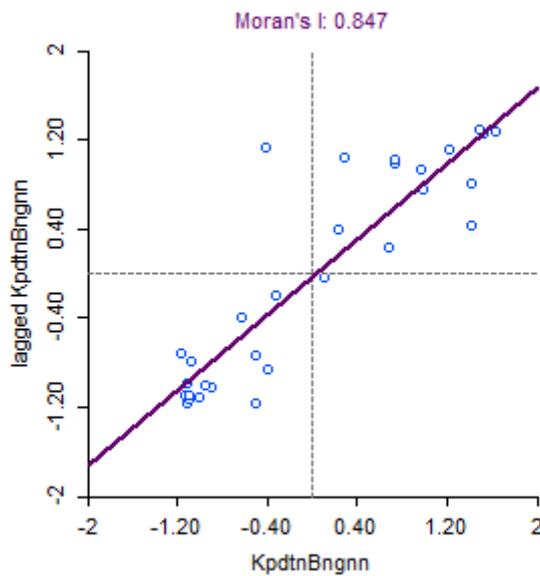
Moran's Scatterplot Kuadran I (High-High), menunjukkan lokasi yang mempunyai nilai pengamatan tinggi di kelilingi oleh lokasi yang mempunyai nilai pengamatan tinggi. Kuadran II (Low-High), menunjukkan lokasi yang mempunyai nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh lokasi yang mempunyai nilai pengamatan tinggi. Kuadran III (Low-Low), menunjukkan lokasi yang mempunyai nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh lokasi yang mempunyai nilai pengamatan rendah. Kuadran IV (High-Low) menunjukkan lokasi yang mempunyai nilai pengamatan tinggi di kelilingi oleh lokasi yang memiliki nilai pengamatan rendah. Local Indicator of Spatial Autocorrelation (LISA) mengidentifikasi bagaimana hubungan antara suatu lokasi pengamatan terhadap lokasi pengamatan lainnya (Lee dan Wong, 2001).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Nilai Moran's I

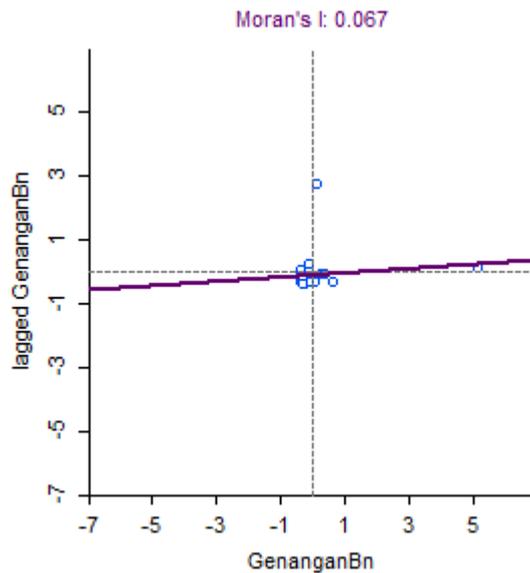
Berdasarkan hasil pengujian autokorelasi spasial dengan Moran's I pada aspek kepadatan bangunan menunjukkan nilai moran's I sebesar 0,847 hal ini memperlihatkan

terdapat autokorelasi spasial pada aspek kepadatan bangunan di kawasan Pesisir Kota Palu. Autokorelasi spasial ini menunjukkan bahwa ada keterkaitan atau hubungan nilai kepadatan bangunan antar kelurahan di Kawasan Pesisir Kota Palu. Nilai indeks moran's I 0,847 menunjukkan ada autokorelasi positif atau pola yang mengelompok dan memiliki kesamaan karakteristik pada lokasi yang berdekatan. Hasil pengujian autokorelasi spasial pada aspek genangan banjir menunjukkan nilai moran's I 0,067 hal ini menunjukkan terdapat autokorelasi spasial atau terdapat hubungan nilai sebaran genangan antar kelurahan pada kawasan pesisir Kota Palu namun nilai hubungan yang diperoleh dapat dikatakan lemah karena mendekati 0.



Gambar 2. Diagram ScatterPlot Uji Autokorelasi Spasial Moran's I Kepadatan Bangunan

Sumber: Hasil Analisis,, 2023



Gambar 3. Diagram ScatterPlot Uji Autokorelasi Spasial Moran's I Genangan Banjir

Sumber: Hasil Analisis, 2023

**Nilai Local Indicator of Spasial Autocorrelation (LISA)**

Untuk mengetahui signifikansi autokorelasi spasial secara lokal dapat menggunakan nilai LISA. LISA merupakan pengujian lanjut dari Moran’s I. Hasil pengujian ini signifikansi secara lokal pada masing-masing kelurahan diperoleh seperti pada Tabel. Berdasarkan Tabel , diperoleh pengujian Local Indicator of Spatial Autocorrelation (LISA) dengan P value yang beragam. Hasil pengujian indeks LISA Kepadatan Bangunan Wilayah dengan P-value <  $\alpha = 5\%$  yaitu Tanamodindi, Besusu Tengah, Lolu Selatan, Siranindi yang berarti bahwa kelurahan tersebut terdapat keterkaitan kepadatan bangunan antar wilayah di setiap kelurahan Kawasan Pesisir Kota Palu. Adapun kluster penyebaran kepadatan bangunan ditunjukkan pada Gambar. Hasil pengujian indeks LISA Genangan Banjir Wilayah dengan P-value <  $\alpha = 5\%$  yaitu Tondo. Adapun kluster genangan banjir ditunjukkan pada Gambar

Tabel 1. Nilai Indeks LISA Kepadatan Bangunan

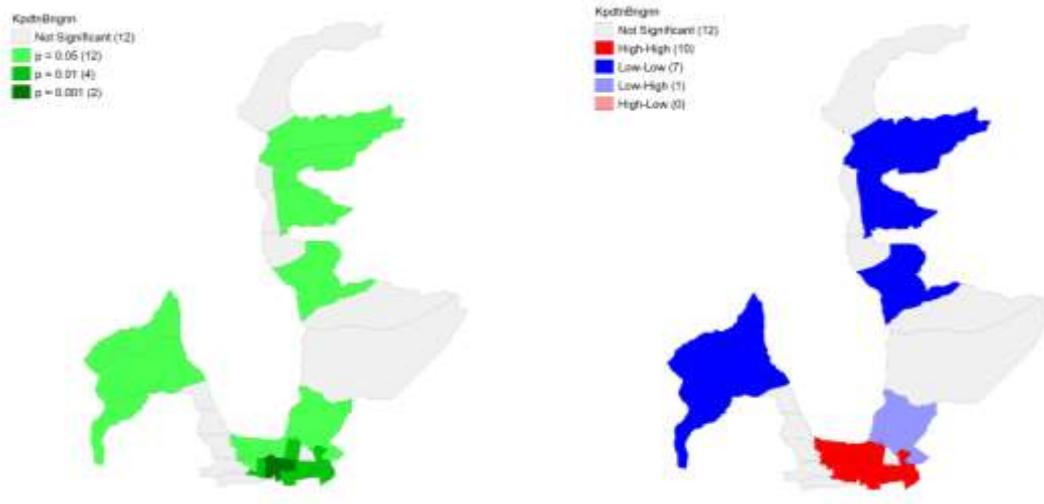
Kelurahan	P-Value
Baiya, Lambara, Kayumalue Pajeko, Mamboro, Talise, Besusu Barat, Lere, Baru, Kamonji, Tipo, Buluri, Watusampu	0,05
Tanamodindi, Besusu Tengah, Lolu Selatan, Siranindi	0,01
Lolu Utara, Ujuna	0,001

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Tabel 2. Nilai Indeks LISA Genangan Banjir

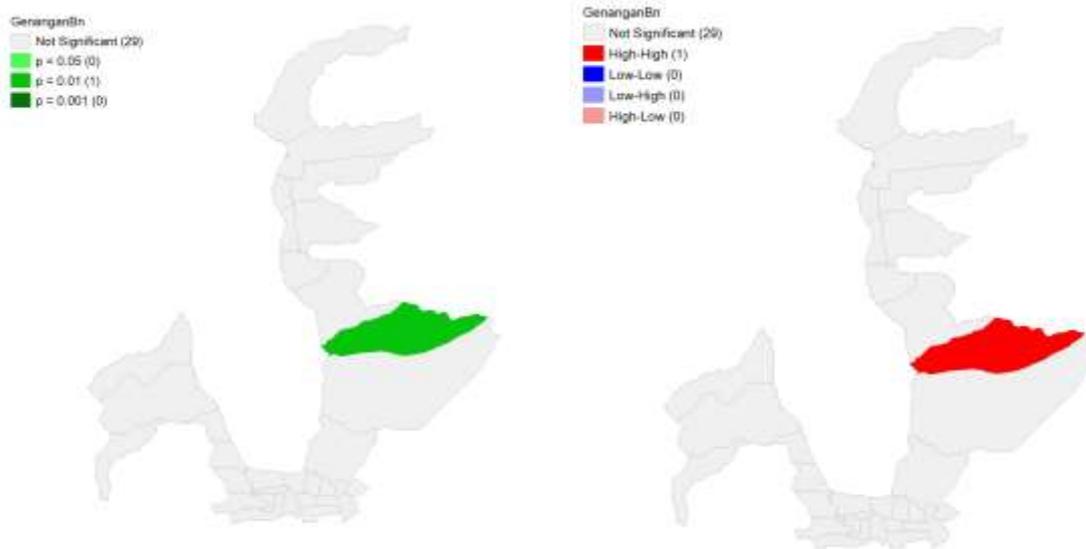
Kelurahan	P-Value
Tondo	0,01

Sumber: Hasil Analisis, 2023



**Gambar 4. Peta Signifikasi dan Cluster Kepadatan Bangunan**

Sumber: Hasil Analisis, 2023



**Gambar 5. Peta Signifikasi dan Cluster Genangan Banjir**

*Sumber: Hasil Analisis, 2023*

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian autokorelasi spasial dengan Moran's I pada aspek kepadatan bangunan menunjukkan nilai moran's I sebesar 0,847 dan pada aspek genangan banjir menunjukkan nilai moran's I 0,067 hal ini memperlihatkan terdapat autokorelasi spasial pada aspek kepadatan bangunan dan genangan banjir di kawasan Pesisir Kota Palu. Hasil pengujian indeks LISA Kepadatan Bangunan Wilayah dengan P-value <  $\alpha = 5\%$  yaitu Tanamodindi, Besusu Tengah, Lolu Selatan, Siranindi yang berarti bahwa kelurahan tersebut terdapat keterkaitan kepadatan bangunan antar wilayah di setiap kelurahan Kawasan Pesisir Kota Palu.. Hasil pengujian indeks LISA Genangan Banjir Wilayah dengan P-value <  $\alpha = 5\%$  yaitu Tondo.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Banerjee, S., Hierarchical Modeling and Analysis for Spatial Data, Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, 2004.
- Bekti, 2012. Autokorelasi Spasial Untuk Identifikasi Pola Hubungan Kemiskinan Di Jawa Timur. ComTech Vol.3 No. 1 Juni 2012: 217-227
- Kissling, W. D. dan Carl, G. (2008). Spatial autocorrelation and the selection of simultaneous autoregressive models. Global Ecology and Biogeography, 17, 59-71
- Lee, J. dan Wong, D. W. S. (2001). Statistical Analysis with Arcview GIS. New York: John Wiley and Sons.

Pfeiffer, D et al., *Spatial Analysis in Epidemiologi*, Oxford University Press., New York, 2008.