

Pemodelan Daya Dukung Lahan Pertanian Pangan dengan Model *Spatial Autoregressive (SAR)* di Kota Batu

Meilinda Trisilia^{1*}, Henny Pramodyo², Suci Astutik²

¹) Program Studi Magister Statistika, Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang

²) Prodi Statistika, Jurusan Matematika Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang

Diterima 08 Mei 2014, direvisi 30 September 2014

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dapat menyebabkan ketersediaan lahan pertanian menjadi semakin kecil, hal ini menyebabkan ketidakseimbangan penduduk yang bekerja sebagai petani pada suatu wilayah dengan luas lahan pertanian yang ada, sehingga tekanan penduduk pada lahan pertanian akan semakin besar sehingga wilayah tersebut tidak mampu lagi memenuhi kebutuhan pangan penduduknya. Jika hal ini berlangsung terus menerus maka bukan tidak mungkin produksi sudah tidak sebanding dengan kebutuhan penduduk yang ada, dan mengakibatkan daya dukung lahan pertanian akan semakin kecil. Sehingga analisis daya dukung lahan pertanian perlu dilakukan untuk mengetahui kemampuan lahan dalam menyediakan pangan bagi pemenuhan kebutuhan penduduk di suatu daerah tertentu. Daya dukung lahan pertanian yang merupakan fungsi dari beberapa variabel spasial dapat mengakibatkan adanya keterkaitan spasial. Model yang dapat menerangkan hubungan variabel yang memiliki keterkaitan spasial disebut dengan model regresi spasial. Salah satu model regresi spasial yang efektif untuk menduga data yang memiliki efek dependensi spasial pada peubah respon adalah model *Spatial Autoregressive (SAR)*. Daya dukung lahan pertanian pangan merupakan suatu fenomena autokorelasi spasial. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada daya dukung lahan pertanian pangan di setiap desa/kelurahan se-Kota Batu, diperoleh informasi adanya pengaruh yang nyata dari persentase jumlah petani (X_1), luas lahan untuk hidup layak (X_2), dan jumlah komoditas tanaman pangan (X_3) serta koefisien dependensi lag (ρ) terhadap daya

Kata kunci : *Spatial Autoregressive*, daya dukung lahan pertanian pangan, Kota Batu

ABSTRACT

Increasing population growth can lead to the availability of agricultural land becomes smaller, it causes an imbalance of farmers population in a region with an area of agricultural land there, so the population pressure on agricultural land will be greater so that the region no longer can meet the needs of food population. If this happens continue then it is not impossible that the production has not proportional to the needs of existing population, and resulted in the carrying capacity of agricultural land will be smaller. So the analysis of the carrying capacity of agricultural land needs to be done to determine the ability of the land to provide food for the population needs in a given area. Carrying capacity of agricultural land is a function of several spatial variables may give effect in spatial linkages. The model can explain the relationship between variables that have a spatial relationship is called spatial regression models. One of the effective spatial regression models to estimate the effects of data that has a spatial dependencies in the response variable is *Spatial Autoregressive (SAR)* model. Agricultural land supporting food is a phenomenon of spatial autocorrelation. Based on observations made at the carrying capacity of agricultural land for food in every village in Batu City, information obtained that there is significant effects of the percentage of farmers (X_1), the land area for a decent life (X_2), and the amount of food crops (X_3) and the coefficient dependencies on lag (ρ) to the carrying capacity of farmland food (Y).

Keywords : *Spatial Autoregressive*, Agricultural Land Capability for Food, Batu City

*Corresponding author:
E-mail: meilindatrisilia@yahoo.com

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dapat menyebabkan ketersediaan lahan pertanian menjadi semakin kecil. Hal ini menyebabkan ketidakseimbangan penduduk yang bekerja sebagai petani pada suatu wilayah dengan luas lahan pertanian yang ada, sehingga tekanan penduduk pada lahan pertanian akan semakin besar sehingga wilayah tersebut tidak mampu lagi memenuhi kebutuhan pangan penduduknya.

Pertambahan penduduk membawa konsekuensi peningkatan kebutuhan bahan makanan dan ketersediaan bahan pangan merupakan hal yang penting dalam kehidupan. Hal tersebut harus mampu dipenuhi oleh daerah dengan cara memanfaatkan dan meningkatkan potensi sumber daya yang ada terutama lahan pertanian. Jika hal ini berlangsung terus menerus maka bukan tidak mungkin produksi sudah tidak sebanding dengan kebutuhan penduduk yang ada, dan mengakibatkan daya dukung lahan pertanian akan semakin kecil. Sehingga analisis daya dukung lahan pertanian perlu dilakukan untuk mengetahui kemampuan lahan dalam menyediakan pangan bagi pemenuhan kebutuhan penduduk di suatu daerah tertentu [5]. Penurunan daya dukung lahan dipengaruhi oleh jumlah penduduk yang terus meningkat, luas lahan yang semakin berkurang, persentase jumlah petani dan luas lahan yang diperlukan untuk hidup layak, serta jenis komoditas yang ada di wilayah setempat [4].

Daya dukung lahan pertanian yang merupakan fungsi dari beberapa variabel spasial dapat mengakibatkan adanya keterkaitan spasial. Model yang dapat menerangkan hubungan variabel yang memiliki keterkaitan spasial disebut dengan model regresi spasial [1].

Pemodelan regresi spasial perlu dilakukan dengan memperhatikan keterkaitan antarlokasi. Saat ini terdapat banyak model regresi spasial yang telah dikembangkan, salah satu model regresi spasial yang cukup efektif untuk menduga data yang memiliki efek dependensi spasial pada peubah respon adalah model *Spatial Autoregressive (SAR)*.

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka penelitian ini bertujuan

untuk memodelkan daya dukung lahan pertanian pangan menggunakan model *Spatial Autoregressive (SAR)*, serta mengetahui faktor-faktor apa saja yang berpengaruh nyata terhadap daya dukung lahan pertanian pangan Kota Batu.

METODE PENELITIAN

Sumber Data. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah kombinasi data skunder dan data primer. Data skunder berupa data dasar potensi pertanian agregat desa/kelurahan se-Kota Batu tahun 2013 yang dipublikasikan oleh Dinas Pertanian Dan Kehutanan Kota Batu. Sedangkan data primer dalam penelitian ini berupa data hasil pengamatan jumlah jenis komoditas pangan yang bersumber dari hasil wawancara dengan perangkat desa se-Kota Batu. Kombinasi data primer dengan data skunder tersebut digunakan dalam pemodelan daya dukung lahan pertanian pangan dengan model SAR.

Peubah Penelitian. Peubah Respon. Daya dukung lahan pertanian pangan (Y). Perhitungan matematis dari daya dukung lahan adalah sebagai berikut [5]:

$$Y = \frac{\text{luas panen tanaman pangan per kapita (X)}}{\text{luas lahan untuk swasembada pangan (K)}} \quad (1)$$

Dengan:

1. Luas panen tanaman pangan per kapita (X)

$$X = \frac{\text{luas panen tanaman pangan (Ha)}}{\text{Jumlah penduduk (jiwa)}} \quad (2)$$

2. Luas lahan untuk swasembada pangan (K)

$$K = \frac{\text{Kebutuhan fisik minimum (KFM)}}{\text{Produktivitas tanaman pangan}} \quad (3)$$

3. Produktivitas tanaman pangan (P)

$$P = \frac{\text{Produksi tanaman pangan}}{\text{luas panen tanaman pangan}} \quad (4)$$

Dengan produksi tanaman pangan yang terstandar kalori beras (1 kg = 3600 kalori).

4. Kebutuhan Fisik Minimum (KFM) yang didasarkan atas kebutuhan kalori per orang per hari yaitu 2600 kalori per orang per hari atau 265 kilogram beras per orang per tahun

Peubah Prediktor. Persentase jumlah petani (X_1) adalah rasio jumlah penduduk yang bermata pencaharian petani dengan total jumlah penduduk di setiap desa/kelurahan dikali 100 %.

$$X_1 = \text{Persentase jumlah petani (\%)} \quad (5)$$

Luas lahan yang diperlukan untuk hidup layak mengikuti aturan Permen LH No.17 Tahun 2009. Luas lahan yang diperlukan untuk hidup layak merupakan rasio kebutuhan hidup layak per penduduk (1 ton beras/kapita/tahun) dibanding dengan produktivitas beras.

$$X_2 = \text{Luas lahan untuk hidup layak (Ha/Orang)} \quad (6)$$

Jumlah jenis komoditas pangan yang ditanam di setiap desa/kelurahan dengan ketentuan yang merupakan tanaman pangan adalah padi, jagung, ubi (kayu, jalar, kentang) dan kacang (kedelai, hijau, tanah).

$$X_3 = \text{Jumlah jenis komoditas tanaman pangan} \quad (7)$$

Tahap Analisis. Tahapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menguji adanya autokorelasi pada variabel respon dengan statistik uji Geary.
2. Membuat matriks pembobot spasial dengan metode *rook contiguity*.
3. Memodelkan variabel prediktor terhadap variabel respon dengan model SAR menggunakan matriks pembobot *rook contiguity*.
4. Mendapatkan penduga parameter SAR.
5. Melakukan pengujian secara parsial serentak pada parameter SAR.
6. Menguji asumsi regresi klasik model.
7. Melakukan interpretasi model SAR.
8. Membuat peta hasil prediksi daya dukung lahan pertanian tanaman pangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Autokorelasi Peubah Respon.

Pengujian autokorelasi spasial pada variabel respon menggunakan statistik uji Geary. Koefisien autokorelasi Geary, dilambangkan dengan C , mengukur selisih diantara nilai-nilai dari suatu variabel pada lokasi yang berdekatan [6].

Hasil uji autokorelasi spasial pada variabel daya dukung lahan pertanian pangan menunjukkan adanya autokorelasi positif sebesar 0,5314 dengan p -value sebesar 0,00. Hal ini mengindikasikan adanya ketergantungan nilai daya dukung lahan pertanian pangan di setiap desa/kelurahan bergantung dengan daya dukung lahan pertanian pangan di setiap desa/kelurahan yang berdekatan (tetangga).

Uji Kelayakan Parameter Model SAR.

Model yang mengikuti proses autoregressive, yaitu proses yang ditunjukkan dengan adanya hubungan ketergantungan antar sekumpulan pengamatan atau lokasi [3]. SAR adalah kombinasi dari model regresi biasa dengan model regresi spasial lag pada variabel respon. Pendugaan parameter model SAR menggunakan *Maximum Likelihood Estimation (MLE)*.

Uji *Wald* digunakan untuk menguji pengaruh setiap variabel prediktor dalam model. Hasil pengujian akan menunjukkan apakah suatu variabel prediktor layak untuk masuk dalam model atau tidak. Statistik uji *Wald* mengikuti sebaran normal baku (Z) sehingga H_0 akan ditolak jika nilai $|W| > Z_{\alpha/2}$. Jika H_0 ditolak berarti $\hat{\beta}_i$ signifikan. Kriteria pengambilan keputusan juga dapat dilakukan dengan membandingkan p -value dan α [2]. Hasil uji *Wald* dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil uji *Wald* tersebut, terlihat bahwa seluruh parameter dalam model berpengaruh nyata terhadap daya dukung lahan pertanian pangan di Kota Batu.

Tabel 1. Hasil Uji Wald Model SAR

| Parameter | Koefisien | Nilai Z | P-Value |
|-------------------------------|-----------|---------|---------|
| W*dep.var (ρ) | 0.1964 | 2.416 | 0.0156 |
| Konstata | 1.7138 | 2.901 | 0.0037 |
| Persentase Petani | 0.1025 | 3.285 | 0.0010 |
| Luas Lahan untuk Hidup Layak | -0.0118 | -4.448 | 0.0000 |
| Jumlah Jenis Komoditas Pangan | 0.4041 | 2.984 | 0.0028 |

Uji Asumsi Regresi Klasik. Asumsi pada regresi spasial sama halnya pada asumsi regresi klasik [1]. Asumsi tersebut adalah kenormalan galat menggunakan statistik uji *Kolmogorov Smirnov (KS)*, kehomogenan galat menggunakan statistik uji *Breusch-Pagan (BP)*, dan tidak adanya autokorelasi pada galat menggunakan statistik uji *Durbin Watson (DW)*, serta tidak adanya multikolinieritas antar variabel prediktor dengan melihat nilai VIF. Hasil uji asumsi regresi klasik model SAR dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa model SAR memenuhi seluruh asumsi, sehingga parameter model SAR layak untuk digunakan.

Tabel 2. Hasil Uji Asumsi Klasik Model SAR

| Statistik Uji | KS | P-value | BP | P-value | Durbin Watson | VIF | | |
|-------------------|-----------------------|---------|---------------------------|---------|----------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | X ₁ | X ₂ | X ₃ |
| Nilai Stistik Uji | 0.083 | >0.15 | 3.098 | 0.376 | 1.69 | 9.6 | 4.1 | 8.5 |
| Kesimpulan | Galat menyebar normal | | Memenuhi homokedastisitas | | Tidak terjadi autokorelasi | Tidak terjadi multikolinieritas | | |

Interpretasi Model SAR. Dari model SAR diperoleh nilai R² sebesar 0.9767, maka dapat diinterpretasikan:

1. Desa/Kelurahan yang di asumsikan bertetangga dengan desa/kelurahan lain sebanyak m, maka pengaruh dari masing-masing wilayah yang menjadi tetangganya dapat diukur sebesar 0.2914 dikali rata-rata variabel dependen (daya dukung lahan pertanian pangan) di suatu desa/kelurahan yang menjadi tetangganya.
2. Jika persentase jumlah petani di suatu desa/kelurahan meningkat sebesar 1(satu) persen, maka daya dukung lahan pertanian pangan di suatu desa/kelurahan akan meningkat sebesar 0.0999, dengan asumsi faktor lain dianggap konstan.
3. Jika luas lahan untuk hidup layak di suatu desa/kelurahan meningkat sebesar 1(satu) Ha, maka daya dukung lahan pertanian pangan di suatu desa/kelurahan akan menurun sebesar 0.0125, dengan asumsi faktor lain dianggap konstan.
4. Jika jumlah jenis komoditas tanaman pangan di suatu desa/kelurahan meningkat sebesar 1(satu) jenis, maka daya dukung lahan pertanian pangan di suatu desa/kelurahan akan meningkat sebesar 0.5138, dengan asumsi faktor lain dianggap konstan.
5. Jika seluruh faktor di suatu desa/kelurahan bernilai konstan maka daya dukung lahan pertanian pangan di suatu desa/kelurahan akan bernilai sebesar 1.2534.
6. Model SAR dengan pembobot distance band yang dibuat berdasarkan range output dari analisis variogram ini menghasilkan nilai R² sebesar 0.9767 yang berarti sebesar 97.67% keragaman daya dukung lahan pertanian Kota Batu dapat dijelaskan oleh ketiga variabel prediktor yang digunakan, yaitu persentase jumlah petani, luas lahan untuk hidup layak dan jumlah jenis komoditas pangan. Sehingga sebesar 2.33% keragaman daya dukung lahan pertanian pangan Kota Batu dijelaskan oleh variabel

lain diluar model.

Berdasarkan model SAR diatas, maka dapat diperoleh nilai prediksi daya dukung lahan pertanian pangan. Nilai tersebut dapat digunakan sebagai *input* dalam pemetaan. Berdasarkan model SAR yang terbentuk, diperoleh nilai prediksi daya dukung lahan pertanian pangan Kota Batu seperti Tabel 3.

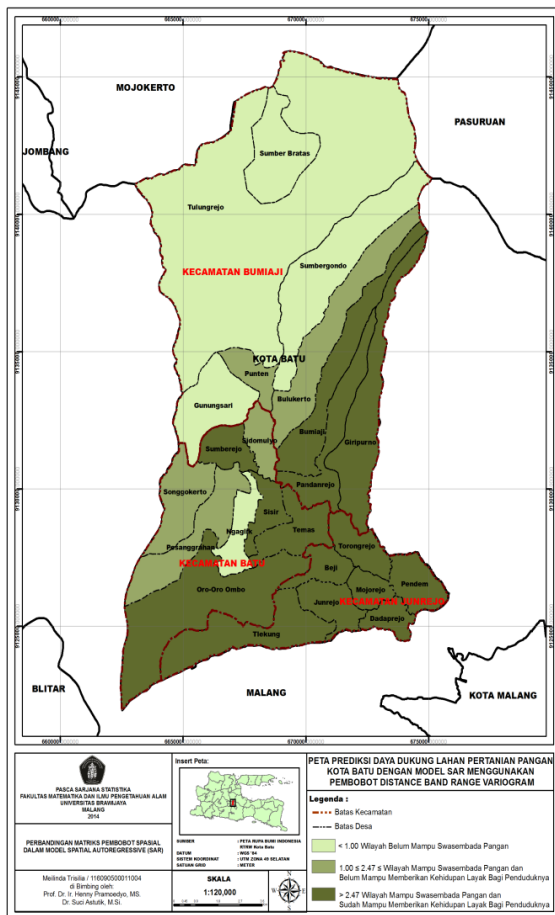
Tabel 3. Nilai Prediksi Daya Dukung Lahan Pertanian Tanaman Pangan

| Desa/Kelurahan | Nilai Prediksi Daya Dukung Lahan Pertanian Pangan Kota Batu |
|----------------|---|
| Sumberejo | 2,57212 |
| Songkokerto | 1,69413 |
| Pesanggrahan | 1,18052 |
| Sisir | 5,32319 |
| Ngaglik | 0,98186 |
| Temas | 5,10841 |
| Oro-oro Ombo | 3,66718 |
| Torongrejo | 6,03251 |
| Beji | 5,62928 |
| Pendem | 6,82837 |
| Mojorejo | 6,24837 |
| Junrejo | 5,08679 |
| Dadaprejo | 6,38667 |
| Tlekung | 4,05993 |
| Tulungrejo | 0,56315 |
| Sumbergondo | 0,95427 |
| Bumiaji | 4,55065 |
| Giripurno | 5,5636 |
| Pandanrejo | 5,4119 |
| Punten | 1,09336 |
| Gunungsari | 0,7281 |
| Sidomulyo | 1,38781 |
| Bulukerto | 1,98503 |
| Sumber Brantas | 0,85255 |

Pemetaan Daya Dukung Lahan Pertanian Pangan Kota Batu dengan Model SAR. Terdapat 3 (tiga) tingkat daya dukung lahan, yaitu [5]:

1. Kelas I (Daya dukung lahan > 2,47)
Kelas I merupakan wilayah yang mampu swasembada pangan dan mampu memberikan kehidupan yang layak bagi penduduknya.
2. Kelas II ($1,00 \leq \text{Daya dukung lahan} \leq 2,47$)
Kelas II merupakan wilayah yang mampu swasembada pangan tetapi belum mampu memberikan kehidupan yang layak bagi penduduknya.
3. Kelas III (Daya dukung lahan < 1,00)
Kelas III merupakan wilayah yang belum mampu swasembada pangan.

Berdasarkan criteria diatas, maka dapat diperoleh peta prediksi daya dukung lahan pertanian pangan Kota Batu seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta prediksi dengan model SAR.

Dari peta diatas, terlihat adanya pengelompokan daya dukung lahan pertanian pangan antar desa/kelurahan. Kelompok pertama adalah wilayah dengan nilai daya dukung lahan kurang dari 1, yaitu desa Sumber Brantas, Tulungrejo, Sumbergondo,

Gunungsari dan Ngaglik. Nilai daya dukung lahan pertanian pangan yang kurang dari 1 (satu) yang berarti bahwa di wilayah tersebut, luas lahan untuk swasembada pangannya lebih besar bila dibanding luas panen tanaman panga per kapita, hal ini mengakibatkan wilayah tersebut masuk dalam klasifikasi wilayah yang belum mampu swasembada pangan.

Kelompok kedua adalah wilayah dengan nilai daya dukung lahan antara 1 sampai dengan 2.47, yaitu desa Punten, Bulukerto, Sidomulyo, Songgokerto dan Pesanggrahan. Nilai daya dukung lahan pertanian pangan antara 1 sampai dengan 2.47, yang berarti bahwa di wilayah tersebut, luas lahan untuk swasembada pangannya tidak lebih besar bila dibanding luas panen tanaman pangan per kapita, namun luas panen tanaman pangan yang tersedia masih kurang dari sama dengan 2.47 kali luas lahan untuk swasembada pangan, hal ini mengakibatkan wilayah tersebut masuk dalam klasifikasi wilayah yang sudah mampu swasembada pangan, namun belum mampu memberikan kehidupan yang layak bagi penduduknya.

Kelompok ketiga adalah wilayah dengan nilai daya dukung lahan yang lebih dari 2.47, yaitu desa Sumberejo, Oro-oro Ombo, Tlekung, Pendem, Mojorejo, Beji, Junrejo, Dadaprejo, Torongrejo, Temas, Sisir, Pandanrejo, Giripurno, dan Bumiaji. Nilai daya dukung lahan pertanian pangan yang lebih dari 2.47, yang berarti bahwa di wilayah tersebut, luas lahan untuk swasembada pangannya lebih kecil bila dibanding luas panen tanaman pangan per kapita, sehingga luas panen tanaman pangan yang tersedia sudah lebih dari 2.47 kali luas lahan untuk swasembada pangan, hal ini mengakibatkan wilayah tersebut masuk dalam klasifikasi wilayah yang sudah mampu swasembada pangan, dan sudah mampu memberikan kehidupan yang layak bagi penduduknya.

KESIMPULAN

Berdasarkan model *Spatial Autoregressive (SAR)* dengan pembobot spasial *rook contiguity*, dapat disimpulkan bahwa seluruh variabel prediktor yaitu variabel persentase jumlah petani (X_1), luas lahan untuk hidup layak (X_2), dan jumlah komoditas tanaman pangan

(X_3) serta koefisien dependensi lag (ρ) berpengaruh nyata terhadap daya dukung lahan pertanian pangan (Y).

Berdasarkan pemetaan hasil pemodelan daya dukung lahan pertanian tanaman pangan Kota Batu, dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan desa/kelurahan se-Kota Batu sudah tergolong dalam kelompok wilayah yang sudah mampu swasembada pangan, dan sudah mampu memberikan kehidupan yang layak bagi penduduknya.

Adapun wilayah yang masih tergolong belum mampu swasembada pangan bukan berarti wilayah tersebut terpuruk. Hal ini dikarenakan penelitian daya dukung lahan pertanian pangan menggunakan pendekatan kalori beras (bahan pangan), sedangkan diketahui pertanian wilayah Kota Batu lebih dimanfaatkan untuk pertanian hortikultura dan tanaman hias.

Lahan pertanian Kota Batu memang tidak dominan untuk tanaman pangan, namun berdasarkan Peraturan Pemerintah RI tentang adanya Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) yang harus disediakan oleh setiap Kabupaten/Kota sebagai lahan pertanian abadi perlu diperhatikan. Hal ini dapat dilakukan dengan tetap menjaga pergeseran guna lahan untuk tidak mengganggu lahan pertanian yang sudah ada.

Penelitian berikutnya berkaitan dengan daya dukung lahan di Kota Batu disarankan untuk menggunakan pendekatan harga

komoditas lokal, karena pertanian Kota Batu lebih dominan diperuntukan hortikultura dan tanaman hias. Hal ini dimungkinkan dapat menunjukkan daya dukung lahan pertanian Kota Batu lebih objektif, karena tidak melihat hasil komoditas pangannya saja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- [2] Hosmer, D. W. and Lemeshow, S. (2000). *Applied Logistic Regression Second Edition*. John Wiley and Sons. New York.
- [3] Lesage, J. P. and Pace, R. K. (2009). *Introduction to Spatial Econometrics*. R Press. Boca Ration.
- [4] Meliani, D. (2013). *Daya Dukung Kecamatan Rasau Jaya Berdasarkan Ketersediaan dan Kebutuhan Lahan*. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- [5] Moniaga, V R B. (2011). Analisis Daya Dukung Lahan Pertanian. *Jurnal ASE*. 7(Mei): 61 – 68.
- [6] Sawada, M. (2009). *Global Spatial Autocorrelation Indices-Moran's I, Geary's C and the General Cross-Product Statistic*. http://stat.osu.edu/~sres/lcc2005_ABS.pdf. Diakses tanggal 28 Januari 2010.