

## PEMODELAN HARGA TANAH KOTA BATAM DENGAN MENGGUNAKAN METODE UNIVERSAL KRIGING

Hari Yudha Fanani<sup>1</sup>, Sri Suryani<sup>2</sup>, Yuliant Sibaroni<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi Ilmu Komputasi-Telkom University, Bandung  
<sup>1</sup>no.yudha@gmail.com, <sup>2</sup>srisuryani@telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>yuliant@telkomuniversity.ac.id

### Abstrak

Tanah merupakan sumber daya yang mempunyai peranan strategis dalam pembangunan perkotaan. Maka diperlukan sumber informasi harga tanah yang dapat mendukung pengelolaannya. Distribusi spasial harga tanah dapat diperoleh melalui pemodelan spasial. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi model harga tanah perkotaan kota Batam menggunakan pendekatan geostatistik. Titik koordinat sampel sangat berpengaruh dalam mengestimasi harga tanah disebuah daerah. Adapun model yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *universal kriging* dan model semivariogram yang digunakan adalah model spherical. Sampel yang digunakan merupakan data dari Badan Pertanahan Nasional Kota Batam pada tahun 2003 dengan jumlah data sampel 87 buah. Dari hasil perhitungan estimasi yang telah dilakukan, model eksponensial memberikan hasil paling baik dibandingkan dengan ketiga model lainnya yaitu model Gaussian, *spherical* dan linear. RMSE (*Root Mean Square Error*) untuk estimasi harga tanah sampel memberikan nilai yang terkecil. Parameter yang digunakan model eksponensial yaitu nugget effect 0.2, range 15 dan sill 0.5. Distribusi spasial harga tanah Kota Batam memperlihatkan harga tertinggi terletak di pusat kota, yaitu daerah sekitar Batam Centre. Menjauhi pusat kota secara umum harga tanah menurun dan mencapai nilai terendah. Berdasarkan percobaan yang dilakukan diperoleh informasi bahwa semakin kecil ukuran grid, tingkat penyebaran semakin tinggi mengakibatkan warna dari peta kontur semakin jelas perbedaannya.

**Kata kunci :** *harga tanah, geostatisk, universal kriging, semivariogram..*

### Abstract

Land is one of the resources that have a strategic role in city development. An information center for land price is very necessary to support the city development. Spatial distribution of land price can be gathered by spatial modeling. This research was aimed to estimate the price of land by creating a land price model with geostatic approach. Sample coordinates points are very influential in estimating the land price of a region. The model that used is universal kriging and the semivariogram model that used is spherical model. While, the data samples that used are taken from Batam National Land Agency from the year 2003 with 87 samples data. From the estimated calculation, exponential model gave the best result compared to the three other models, the models are Spherical, Gaussian, and Linear. RMSE (Root Mean Square Error) for the estimation of the sample land price. The parameter that used in the exponential model is 0.2 for nugget effect, 15 range, and sill 0.3. Batam land price spatial distribution showed that the highest price is located in the center of the city which is around Batam Centre. Outside of the city center area the land price generally decreasing and reaching the lowest point. According to the experiment it was concluded that the smaller the grid size, the distribution level will be higher because there are more points to estimate. Result in color on the map the countor made more obvious difference.

**Keywords:** *Land Price, Geostatic, Universal Kriging, Semivariogram*

### I. Pendahuluan

Satu pertiga luas Indonesia adalah daratan dan dua pertiga luas Indonesia adalah lautan. Luas daratan adalah 1.919.440km<sup>2</sup> yang menempatkan Indonesia sebagai negara ke – 15 terluas didunia. Dengan memiliki daratan yang luas maka lahan pertanian di Indonesia sangat menjadi poin penting dalam kehidupan. Lahan pertanian dapat dijadikan alternatif investasi yang menarik. Potensi ini sangat menarik karena keadaan demografis di Indonesia yang sangat beragam. Karena lajunya pembangunan kota dan pertumbuhan penduduk yang membuat

harga tanah tak terkendali. Penentuan harga tanah dapat direpresentasikan dengan model matematika.

Pemodelan yang dilakukan adalah untuk memprediksi harga tanah di kota Batam dengan menggunakan metode kriging[1]. Jenis-jenis metode kriging yaitu simple kriging, ordinary kriging dan universal kriging. Metode kriging bermanfaat untuk menaksir nilai di suatu lokasi, berupa titik berdasarkan informasi nilai-nilai dari lokasi lain di sekitar lokasi yang akan ditaksir. Berdasarkan bentuk lokasi tersebut, kriging dibedakan menjadi kriging titik. Dalam peta kontur estimasi, penulis akan menggunakan metode Universal Kriging

sebagai penanda harga-harga tanah pada daerah sekitar. Titik-titik sampel yang lokasinya saling berdekatan akan lebih saling serupa dibandingkan dengan yang lokasinya saling berjauhan, sehingga memiliki korelasi yang lebih tinggi[2].

**2. Dasar Teori**

**2.1 Data Spasial**

Data spasial adalah sebuah data yang berorientasi geografis dan memiliki koordinat tertentu sebagai dasar referensinya. Data spasial mempunyai dua bagian penting yang membuatnya berbeda dari data yang lain, yaitu informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (atribut) [5].

Data spasial juga merupakan salah satu model data dependen, karena dikumpulkan dari lokasi berbeda yang mengindikasikan adanya ketergantungan antara pengukuran dengan lokasi. Nilai data di lokasi s biasa dinotasikan dengan Z(s)

dimana Z(s) merupakan variabel terregional. Himpunan dari variabel terregional Z(s) disebut proses spasial {Z(s): s ∈ D} dimana D adalah himpunan random di ruang berdimensi D.

**2.2 Semivariogram Eksperimental**

Semivariogram merupakan variogram yang diperoleh dari data yang diamati atau data hasil pengukuran yang berupa grafik.

Semivariogram didefinisikan sebagai Mean Square Error dari ( ) terhadap ( ), maka nilai semivariogram dapat ditaksir dengan menghitung setengah rata-rata dari kuadrat selisih nilai data di 2 lokasi yang berjarak, dengan rumus :

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (Z(s_i) - Z(s_i + h))^2 \quad (1)$$

dimana :

- ( ) : semivariogram untuk arah tertentu dengan jarak h
- ( ) : jumlah pasangan data berjarak h
- ( ) : jarak antar sampel
- ( ) : nilai data pada titik s<sub>i</sub>
- ( ) : nilai data pada titik yang berjarak h dari s<sub>i</sub>

**2.3 Semivariogram Teoritis**

Semivariogram teoritis didapatkan melalui fitting semivariogram eksperimental dengan pola yang diamati pada semivariogram. Dalam suatu semivariogram dicirikan oleh *nugget effect*, *sill*, dan

jarak maksimum dimana masih terdapat korelasi antar variabel terregional.

- b. *Sill*  
Sill merupakan nilai semivariogram yang konstan untuk ( ) yang tidak terbatas.
- c. *Nugget effect*  
*Nugget effect* merupakan nilai semivariogram pada jarak di sekitar nol.

**1. Model Spherical**

$$[\gamma(h) \quad (-) \quad (-) ]$$

$$\gamma(h) = \{ \quad \quad \quad \} \quad (2)$$

dimana :

- : *nugget effect*
- : range
- : sill
- : range

**2. Model Eksponensial**

$$\gamma(h) = \quad ( \quad ), \quad (3)$$

**3. Model Linear**

$$( \quad ) \quad (3)$$

**4. Model Gaussian**

$$( \quad ) \quad ( \quad )^* \quad ( - )^+ \quad (5)$$

**2.4 Uji Validitas**

Dalam uji validasi, tahap ini menguji model yang dihasilkan dan menaksir harga tanah dengan nilai sebenarnya kemudian dihitung menggunakan metode Jackknifing untuk memilih model yang

terbaik[7].

Pengujian dilakukan dengan menghitung nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) yang dihasilkan dengan nilai minimum menggunakan persamaan :

*range*[5]. Dimana oleh *nugget effect*, *sill*, dan *range* itu sendiri adalah :

- a. Range  
Range merupakan jarak dimana nilai *sill* mulai mendekati konstan yang merupakan

$$\sqrt{\sum ( \hat{y}_i - y_i )^2} \quad (7)$$

- (  $\hat{y}_i$  ) : Nilai hasil estimasi dengan model teoritis  
 (  $y_i$  ) : Nilai harga asli  
 n : Jumlah sampel

Semakin kecil nilai RMSE semakin tepat taksiran model, semakin tinggi daya taksiran model.

## 2.5 Universal Kriging

Metode *Universal kriging* ini diterapkan pada data yang mempunyai kecenderungan trend tertentu atau data yang non-stasioner [3]. Universal kriging adalah salah satu metode dari kriging untuk memprediksi atau mengestimasi. Dimana persamaan *universal kriging* sistem.

$$\sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^n \left( \sum_{k=1}^n \left( \dots \right) \right) \right) \quad (8)$$

Dan dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$\begin{pmatrix} 0 & \gamma(h_{12}) & \gamma(h_{13}) & \gamma(h_{14}) & \gamma(h_{15}) & 1 & x_1 & y_1 \\ \gamma(h_{21}) & 0 & \gamma(h_{23}) & \gamma(h_{24}) & \gamma(h_{25}) & 1 & x_2 & y_2 \\ \gamma(h_{31}) & \gamma(h_{32}) & 0 & \gamma(h_{34}) & \gamma(h_{35}) & 1 & x_3 & y_3 \\ \gamma(h_{41}) & \gamma(h_{42}) & \gamma(h_{43}) & 0 & \gamma(h_{45}) & 1 & x_4 & y_4 \\ \gamma(h_{51}) & \gamma(h_{52}) & \gamma(h_{53}) & \gamma(h_{54}) & 0 & 1 & x_5 & y_5 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 & 0 & 0 & 0 \\ y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & y_5 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ W_4 \\ W_5 \\ \lambda \\ \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \gamma(h_{p1}) \\ \gamma(h_{p2}) \\ \gamma(h_{p3}) \\ \gamma(h_{p4}) \\ \gamma(h_{p5}) \\ 1 \\ x_p \\ y_p \end{pmatrix} \quad (9)$$

- $h_{ik}$  : jarak antar titik  $i$  ke  $k$
- $h_{pi}$  : jarak antar titik  $p$  ke  $p$
- $\gamma(h_{ik})$  : nilai semivariogram
- $\gamma(h_{pi})$  : nilai semivariogram
- $x_i, y_i$  : koordinat input

- $w_i$  : bobot yang akan diisikan pada nilai data
- $\lambda$  : parameter Lagrange
- $\alpha_1, \alpha_2$  : koefisien lokal tren
- $x_p, y_p$  : koordinat taksiran

Pada ruas kiri dari sistem menjelaskan perbedaan atau selisih antar data sampel, sedangkan ruas kanan menunjukkan perbedaan atau selisih nilai semivariogram antara tiap titik data sampel dengan titik  $x_i$ .

### 2.6 Interpolasi kriging

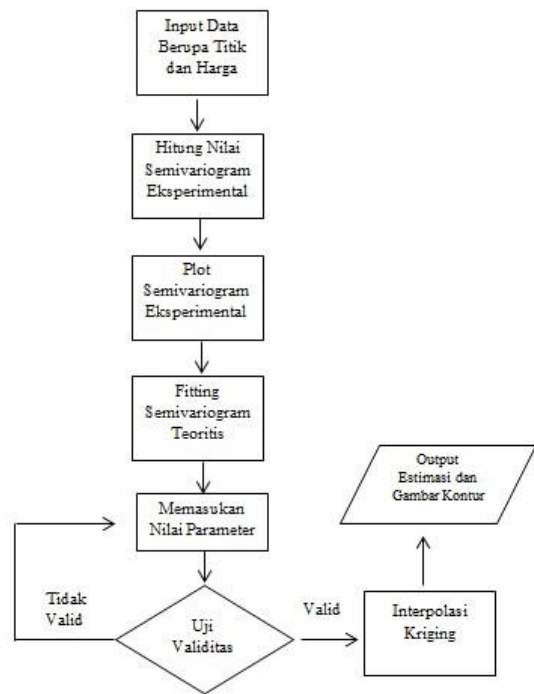
Untuk membuat peta kontur digunakan interpolasi kriging. Kelebihan dari teknik ini adalah penggunaan optimalisasi secara statistik dan juga penanganan error atau ketidakpastian kontur.

Teknik ini menggunakan informasi yang diberikan semivariogram dalam menemukan nilai bobot yang optimal yang akan digunakan dalam melakukan penaksiran atau estimasi suatu nilai dari lokasi yang tidak diobservasi[8]. Nilai dari lokasi yang tidak diobservasi tersebut dinyatakan dengan rata-rata bobot nilai dari lokasi yang terobservasi. Berikut contoh gambar dari interpolasi kriging

2.7

### 3. Perancangan dan Implementasi Sistem

Pada penelitian ini akan dibangun sistem prediksi harga tanah kota batam dengan menggunakan metode *universal kriging*. Perancangan sistem ini bertujuan untuk memprediksi dan mensimulasikan harga tanah.



Gambar 3.1 Perancangan Sistem

#### 3.1 Input Data

Data yang dijadikan masukkan adalah data spasial harga tanah, yang terdiri dari koordinat (x,y dan harga tanah.

#### 3.2 Perhitungan Semivariogram Eksperimental

Semivariogram eksperimental mengukur korelasi spasial yang berupa variansi error pada lokasi (x,y) dan ((x,y)+h). Aturan dari semivariogram adalah penentuan jarak antara data yang saling bertetangga dengan syarat nilai-nilai data pengamatan menjadi tidak saling bergantung atau tidak ada korelasinya. Sebelum perhitungan jarak antara dua data yang saling bertetangga, perlu diperhatikan posisi data yang nantinya berpengaruh pada pendefinisian arah untuk pengelompokan perhitungan nilai semivariogram. Secara umum model yang dikembangkan nantinya dapat digunakan untuk data irregular maupun regular. Untuk data regular, (x , y ) tepat berada pada

perpotongan dua garis grid, sedangkan data irregular, data berada di luar perpotongan tersebut. Yang dimana disetiap perhitungan arah akan diberikan toleransi sudut.

#### 3.3 Plotting Semivariogram Eksperimental

Hasil dari perhitungan semivariogram eksperimental akan dibentuk grafik yang terdiri dari nilai semivariogram dan jarak. Yang selanjutnya akan dicocokkan dengan semivariogram teoritis.

### 3.4 Fitting Semivariogram Teoritis

Proses *fitting* Semivariogram teoritis didapatkan melalui *fitting* semivariogram eksperimental dengan pola yang diamati pada semivariogram. Dimana terdapat 3 dimasukkan variabel dalam proses *fitting*.

### 3.5 Uji Validitas

Untuk melakukan pengujian terhadap nilai dan ketelitian hasil dari setiap model yang ada maka dilakukan validasi. Validasi menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE). Validasi menggunakan sejumlah data sampel yang berfungsi sebagai data kontrol. Dari empat model yang digunakan akan dipilih nilai RMSE terbaik dari setiap model, kemudian akan dibandingkan ke empat nilai tersebut. Nilai terkecil dari ke empat model dipilih nilai terkecil. Nilai terkecil terpilih disebut valid.

### 3.6 Perhitungan *Universal Kriging*

*Universal kriging* digunakan untuk mendapatkan nilai estimasi harga tanah. Titik sampel yang digunakan dalam perhitungan ini menggunakan seluruh data. Perhitungannya menggunakan rumus pada subbab 2.5, untuk itu perlu dibentuk matriks *universal kriging*, parameter-parameter terbaik yang digunakan akan menjadi inputan dalam proses estimasi harga tanah.

### 3.7 Gambar Kontur dan Simulasi

Untuk melihat hasil yang telah kita estimasi dalam perhitungan, maka diperlukan sebuah GUI (*Graphic User Interface*) sebagai media untuk mempermudah melihat hasil yang diperoleh agar terlihat simulasi kontur harga yang dihasilkan.



Gambar 3.2 Perancangan Antar Muka



Gambar 3.4 Perancangan Antar Muka Lanjutan 2, untuk Peta Kontur



Gambar 3.3 Perancangan Antar Muka Lanjutan 1, untuk Grafik semivariogram

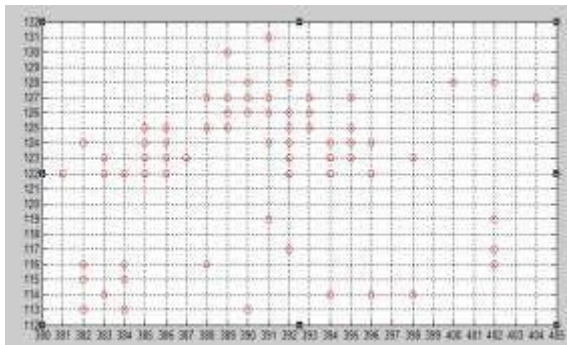
## 4. Hasil dan Implementasi

### 4.1 Pengumpulan Data

Data sampel yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari Badan Pertanahan Nasional kota Batam. Data yang digunakan sebanyak 85 data yang terdiri dari letak geografis garis lintang dan bujur serta harga disetiap titik. Data yang digunakan bersifat non-stationer sesuai dengan metode yang digunakan yaitu *universal kriging*.

### 4.2 Analisis Sebaran Data

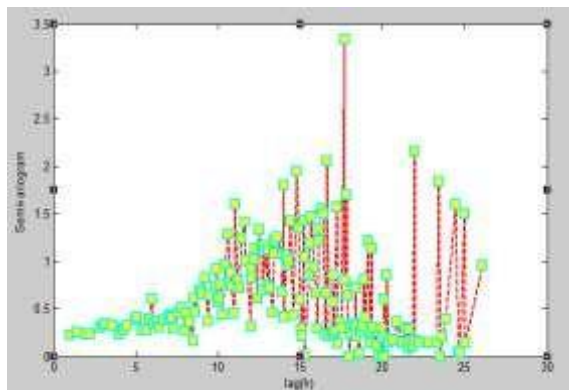
Untuk menyelesaikan dan mempermudah penelitian ini, data perlu dibentuk menjadi *reguler* sehingga perhitungan semivariogram eksperimental menjadi lebih mudah. Data dibentuk berada pada titik tengah grid. Hal ini akan berpengaruh terhadap jumlah data yang digunakan karena data yang berada pada suatu titik terdekat dalam satu grid akan menjadi rata-rata dari jumlah yang digabungkan.



**Gambar 4.1** Sebaran Data Reguler pada Grid 1x1

#### 4.3 Perhitungan Semivariogram Eksperimental

Hasil perhitungan semivariogram eksperimental rata-rata untuk keempat arah beserta grafik nilai semivariogram eksperimental dapat dilihat pada gambar 3.4 :



**Gambar 4.2** Grafik Semivariogram Eksperimental Rata-rata

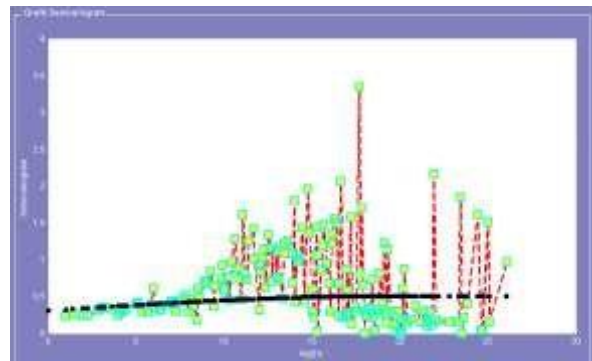
Dilihat secara visual grafik semivariogram eksperimental tidak dimulai dari titik 0. Sehingga ini berpengaruh pada parameter masukkan semivariogram teoritis.

#### 4.4 Fitting Semivariogram Teoritis dan Validitas

Setelah dilakukan *fitting* dengan keempat model teoritis, maka didapat model terbaik yang diberikan berdasarkan nilai RMSE terkecil. Model *Spherical* memberikan nilai RMSE terkecil dengan nilai 0,0163014061809313.

Nilai RMSE yang didapat dipengaruhi oleh parameter masukkan yaitu *sill*, *nugget effect* dan *range*.

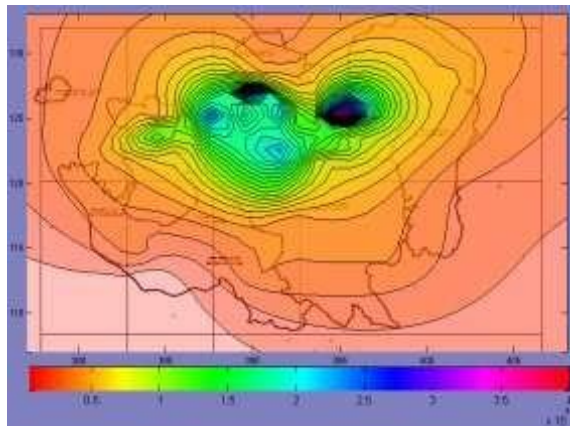
parameter masukkan yang terbaik adalah *nugget effect* : 0.2, *sill* : 0.3 dan *range* : 20.



**Gambar 4.3** Grafik Semivariogram Model *Spherical* dengan *nugget effect* 0.2, *Sill* 0.3 dan *range* 20.

#### 4.5 Interpolasi Kriging

Berdasarkan hasil estimasi yang diperoleh, maka akan dibentuk peta kontur 2D kota Batam yang mempresentasikan harga tanah pada setiap titik yang diestimasi.



**Gambar 4.4** Peta Kontur dengan Parameter Terbaik

Dilihat dari peta kontur yang dihasilkan harga tanah terendah yaitu Rp. 200.000 dengan warna peta kontur kuning menuju merah ke oranye dan untuk harga tanah tertinggi yaitu diatas Rp. 4.000.000 dengan warna ungu menuju merah.

Daerah perkotaan dan perindustrian menjadi daerah yang memiliki harga tanah yang mahal terlihat di daerah sekitar Nagoya dan Batam Centre, memiliki warna peta kontur yang berwarna biru, sedangkan daerah perumahan cenderung berwarna hijau seperti perumahan Tiban Indah, Perumahan Kartini dan Sei. Harapan.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil estimasi harga tanah kota Batam adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisis bahwa pendekatan geostatistika dengan metode universal kriging dapat digunakan untuk memodelkan

harga tanah perkotaan, karena data yang bersifat non-stationer. Dengan model terbaik yaitu model eksponensial dengan range 15, sill 0.2 dan nugget effect 0.5.

2. Dengan menggunakan proses interpolasi maka dapat memberikan informasi harga tanah kota Batam dengan sangat tergantung terhadap sample data yang digunakan.
3. Mensimulasikan harga tanah kota batam dengan menggunakan peta kontur sebagai media presentasi. Dimana pola penyebaran data harga tanah kota Batam, memiliki harga tanah yang cukup tinggi disekitar daerah perindustrian dan perkotaan.

## 5.2 Saran

Pengembangan yang dapat dilakukan untuk memperbaiki tugas akhir ini adalah :

1. Dalam menghitung semivariogram eksperimental, parameter yang dijadikan inputan disesuaikan dengan keadaan data mau pun daerah yang dijadikan sampel penelitian.
2. Dalam bentuk presentasi data kontur lebih baiknya menggunakan *software* yang lebih mumpuni seperti GIS atau MapInfo.
3. Untuk mempercepat proses eksekusi, harus memperhatikan ukuran grid dan ukuran daerah pencarian serta memperhatikan spesifikasi PC yang digunakan.

## 6. Daftar Pustaka

[1]	Adiarto. (2003). <i>Pemodelan Harga Lahan Kota Bandung dengan Metode Hedonic Price Model. berdasarkan Informasi Harga dari Assessors</i> . Tesis. Program Magister Perencanaan Wilayah dan Kota, Program Pasca Sarjana, Institut Teknologi Bandung
[2]	Luo, J. (2004). <i>Modelling Urban Land Value in GIS Environment</i> . < <a href="http://www.uwm.edu/Dept/GIS/flyers/junluocompetition04.pdf">http://www.uwm.edu/Dept/GIS/flyers/junluocompetition04.pdf</a> > diakses 4 Agustus 2015
[3]	Cressie, N.A.C. 1993. <i>Statistics for Spatial Data</i> . New York: John Willey & Sons, inc..
[4]	website <a href="http://www.bi.go.id/id/publikasi/kajian-ekonomi-regional/kepri">http://www.bi.go.id/id/publikasi/kajian-ekonomi-regional/kepri</a> (diakses 13 – Mei – 2014)
[5]	Childs, Colin. 2004. <i>Interpolating Surface in ArcGIS Spatial Analyst</i> . ESRI . Education Services.
[6]	Hasan,Iqbal. 2001. <i>Pokok-pokok</i>

	<i>Materi Statistik I(Statistik Deskriptif) Edisi Kedua</i> . Jakarta : PT Bumi Aksara.
[7]	Sidney Rosa Vieira, Jose Ruy Porto De Carvalho, Antonio Pas Gonzalez. (2010). <i>Jack Knifing For Semivariogram Validation</i> . Campinas, 97-105.
[8]	Armstrong, Margaret. 1998. <i>Basic Linear Geostatistics</i> . Berlin : SpringerVerlag
[9]	Darijanto, Totok. <i>Diktat Kuliah TA-414 Geostatistik</i> , Dept. Pertambangan – Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral,Bandung. 2012
[10]	Journel, A. G. dan Huijbregts, CH. J. 1978. <i>Mining Geostatistics</i> . Centre de Geostatistique Fontainebleau, France.

