

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BENGKULU

Gradien	Vol. 8	No. 1	Hal. 716-779	Bengkulu, Januari 2012	ISSN 0216-2393
---------	--------	-------	--------------	---------------------------	----------------

ISSN 0216-2393



9 770216 239303



ISSN 0216-2393

GRADIEN

Vol. 8 No. 1 Januari 2012

JURNAL MIPA

Cakupan Jurnal Ilmiah Gradien meliputi artikel ilmiah hasil penelitian dalam bidang Matematika, Fisika, Kimia dan Biologi. Jurnal ini terbit pertama kali pada tahun 2005 dengan frekuensi penerbitan dua kali setahun yaitu pada bulan januari dan juli.

Pembina

Dekan FMIPA Unib

Ketua Redaksi

Suhendra, S.Si, M.T

Sekretaris Redaksi

Eka Angasa, S.Si, M.Si

Bendahara Redaksi

Supiyati, S.Si, M.Si

Anggota

Sipriadi, S.Si

Yulian Fauzi, S.Si, M.Si

Dewan Penyunting

Prof. Siti Salmah (Unand)

Prof. Dahyar Arbain (Unand)

Prof. Sigit Nugroho (Unib)

Dr. Hilda Zulkifli, DEA (Unsri)

Dr. Gede Bayu Suparta (UGM)

Imam Rusmana, Ph.D (IPB)

Dr. Mudin Simanuhuruk (UNIB)

Dr. rer.nat. Totok Eka Suharto, MS (Unib)

Dr. Agus Martono MHP, DEA (Unib)

Choirul Muslim, Ph. D (Unib)

Dra. Rida Samdara, M.S (Unib)

Alamat Redaksi :

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Bengkulu
Gedung T, Jl. W.R. Supratman 38371 Bengkulu Telp/Fax. (0736) 20919
www.gradienfmipaunib.wordpress.com



DAFTAR ISI

1	Optimasi Tekanan Deposisi dalam Simulasi Efisiensi Sel Surya Berbasis Material a-Si:H (<i>Endhah P</i>)	716-721
2	Efisiensi tumbuhan dalam meredam Gelombang elektromagnetik (studi kasus di sutt Kota Bengkulu) (<i>Arif I.H</i>)	722-727
3	Robot Pembaca Jalur Busway Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega 16 (<i>Irkhos</i>)	728-733
4	Sintesis Senyawa Analog Kurkumin Simetri (1E, 3E, 8E, 10E)-1, 11-difenil-undeka-1,3,8,10 tetraena-5,7-dion (<i>Agus S</i>)	734-738
5	Aplikasi Ekstrak Umbi Ubi Jalar Ungu (<i>Ipomoea batatas var ayamurasaki</i>) Sebagai Pengawet dan Pewarna Alami Tahu (<i>Devi R</i>)	739-745
6	Metoda Ekstraksi Cair-Cair Sebagai Alternatif untuk Pembersihan Lingkungan Perairan dari Limbah Cair Industri Kelapa Sawit (<i>Agus M.H.P</i>)	746-751
7	Pengujian Ekstrak Daun Jambu Biji (<i>Psidium guajava</i> Linn.) Terhadap Penyembuhan Luka Bakar Pada Mencit (<i>Mus musculus</i>) (<i>Dwita O</i>)	752-755
8	Kajian Pemilihan Model Semivariogram Terbaik Pada Data Spatial (Studi Kasus : Data Ketebalan Batubara Pada Lapangan Eksplorasi X) (<i>Fachri F</i>)	756-762
9	Pembauran (<i>Confounding</i>) Pada Percobaan Faktorial Tiga Taraf (<i>Nur A</i>)	763-774
10	Penerapan Aljabar Max-Plus Pada Sistem Produksi Meubel Rotan (<i>Ulfa S.R</i>)	775-779

PENGANTAR REDAKSI

Memasuki tahun penerbitan ke-8 (Delapan), alhamdulillah penerbitan jurnal Gradien ini masih konsisten meskipun untuk Vol. 8 No. 1, Januari 2012 sedikit agak tersendat karena tulisan yang diharapkan masuk ke redaksi di luar jadwal yang ditentukan. Diharapkan kepada calon-calon penulis untuk edisi yang akan datang dapat memasukkan jurnalnya jauh lebih awal. Redaksi mengucapkan terima kasih, dan terus berharap semoga untuk volume berikutnya lebih banyak lagi penulis yang berasal dari luar Universitas Bengkulu.

Redaksi menyadari jurnal ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran masih tetap diperlukan guna perbaikan penerbitan jurnal ini di masa yang akan datang. Akhir kata redaksi berharap semoga pembaca dapat memanfaatkan tulisan ilmiah yang telah dimuat dalam edisi ini

Bengkulu, Januari 2012

Dewan Redaksi



Kajian Pemilihan Model Semivariogram Terbaik Pada Data Spasial (Studi Kasus : Data Ketebalan Batubara Pada Lapangan Eksplorasi X)

Fachri Faisal dan Jose Rizal

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Indonesia

Diterima 05 Oktober 2011; Disetujui 15 Desember 2011

Abstrak - Semivariogram merupakan alat statistik untuk menggambarkan, memodelkan, dan menjelaskan korelasi spasial antar observasi. Penelitian ini bertujuan memilih model semivariogram terbaik dari model semivariogram teoritis Spherical, Exponential dan Gaussian berdasarkan uji kenormalan dari residu terbakukan, uji Q_1 dan uji Q_2 . Sebagai penerapan kasus, pada penelitian ini data yang digunakan adalah data ketebalan cadangan batubara dari 41 titik sampel yang diperoleh dari skripsi Heryanti (2007). Dari hasil dan pembahasan diperoleh model semivariogram teoritis Gaussian yang terbaik karena untuk uji kenormalan menggunakan SPSS diperoleh nilai $\text{sig.} > 0.05$ ($0.340 > 0.05$) dianggap residual terbakukannya berdistribusi normal. Berdasarkan uji Q_1 ($|0.026| < 0.316$) dan uji Q_2 ($0.61 < 1.335 < 1.48$) dapat ditarik kesimpulan model Gaussian tersebut cocok atau valid digunakan untuk melakukan pengestimasi pada lokasi yang belum diketahui nilainya.

Kata kunci : semivariogram, spherical, exponential, gaussian.

1. Pendahuluan

Semivariogram merupakan alat statistik untuk menggambarkan, memodelkan, dan menjelaskan korelasi spasial antar observasi. Semivariogram didefinisikan sebagai berikut [10] :

$$2\gamma(h) = \text{Var}[\bar{Z}(s+h) - \bar{Z}(h)] = E[\bar{Z}(s+h) - \bar{Z}(h)]^2 \quad (1)$$

dengan $\gamma(h)$ adalah semivariogram. Semivariogram di atas disebut juga semivariogram teoritik. Ada dua jenis semivariogram yaitu: Semivariogram isotropik ($\gamma(h)$ hanya bergantung pada jarak h), Semivariogram anisotropik ($\gamma(h)$ tergantung pada jarak h dan arah). Menurut [1], semivariogram teoritis memenuhi sifat-sifat berikut :

- Semivariogram non negatif $\gamma(h) \geq 0$.
- Semivariogram pada lag jarak $h = 0$ bernilai 0, ditulis $\gamma(0) = 0$.
- Merupakan fungsi simetri atau $\gamma(s_1, s_2) = \gamma(s_2, s_1)$.
- Merupakan fungsi genap atau $\gamma(h) = \gamma(-h)$.

Jika terdapat data observasi lapangan maka semivariogram pada persamaan (1) dapat diestimasi oleh semivariogram eksperimental yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2|N(h)|} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(s_i+h) - z(s_i)]^2 \quad (2)$$

Keterangan

- S_i : lokasi-lokasi sampel
 $z(s_i)$: nilai observasi pada lokasi s_i
 $\gamma^*(h)$: semivariogram eksperimental pada jarak h
 $N(h)$: banyaknya pasangan data (s_i, s_i+h) yang berjarak h

Persamaan (2) dapat diterapkan jika sampel terletak pada posisi yang berjarak tetap dalam satu dimensi. Sebaliknya jika tidak, maka semivariogram dihitung untuk kelas-kelas jarak dengan toleransi tertentu. Jika data berada pada ruang dua dimensi, maka semivariogram eksperimental dihitung paling sedikit untuk empat arah yaitu: Barat-Timur (B-T), Utara-Selatan (U-S), Barat Laut-Tenggara (BL-TG), dan

Timur Laut–Barat Daya (TL–BD). Semivariogram eksperimental disebut juga semivariogram empirik. Dalam setiap model semivariogram, terdapat tiga parameter semivariogram yang perlu dilakukan estimasi yaitu:

- a. Efek acak (*nugget effect*, C_0) merupakan kesalahan pengukuran dimana semivariogram yang diukur pada lag jarak nol (pada lokasi itu sendiri), nilainya tidak nol.
- b. Jarak kritis (*range*, a) adalah jarak lag hingga nilai semivariogram konstan atau jarak maksimum antara titik-titik yang masih memiliki korelasi spasial. Jarak kritis ini menunjukkan zona pengaruh antar titik-titik observasi.
- c. Nilai batas (*sill*, C_0+C) adalah nilai semivariogram yang tidak berubah (konstan) untuk h yang tidak terbatas. Hal ini menunjukkan bahwa *sill* adalah nilai batas dimana tidak ada lagi korelasi antar sampel dan umumnya nilai *sill* mendekati variansi data [7].

Beberapa model semivariogram teoritis yang sering digunakan (Armstrong, 1998):

➤ Model *Spherical* :

$$\gamma(h) = \begin{cases} C_0 + C \left(\frac{3h}{2a} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right) & , 0 < h \leq a \\ C_0 + C & , h > a \end{cases} \quad (3)$$

➤ Model *Exponential* :

$$\gamma(h) = C \left(1 - \exp \left(-\frac{h}{a} \right) \right); \quad a, C > 0 \quad (4)$$

➤ Model *Gaussian* :

$$\gamma(h) = \left(1 - \exp \left(-\frac{h^2}{a^2} \right) \right); \quad a, C > 0 \quad (5)$$

➤ Model *Linear* : $\gamma(h) = \alpha h$,

$$\alpha = \text{kemiringan garis.} \quad (6)$$

Hubungan antara semivariogram dan kovariansi spasial dinyatakan dalam :

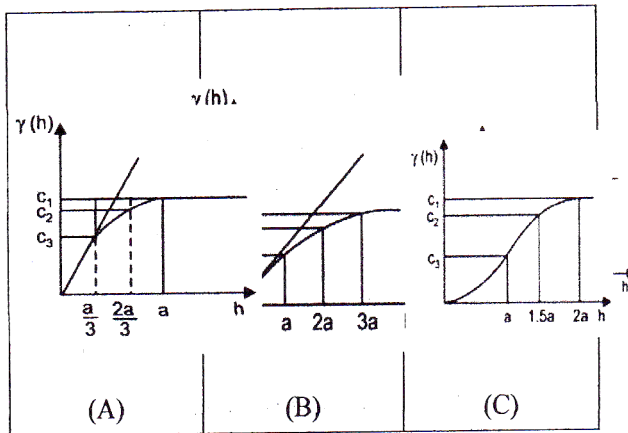
$$\gamma(h) = C(0) - C(h) \quad (7)$$

Dari kovariansi spasial $C(h)$ dapat dibentuk struktur korelasi spasial $\rho(h)$ dengan perumusan,

$$\rho(h) = \frac{C(h)}{C(0)} \quad (8)$$

Sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh [2] yang menggunakan model semivariogram isotropik untuk 11 Data Ketebalan Batubara lapangan X. Dalam penelitian tersebut diperoleh model semivariogram Gaussian yang akan digunakan dalam metode kriging untuk menginterpolasi lokasi yang belum terobservasi. Berdasarkan hal di atas peneliti tertarik melakukan penelitian lanjutan dengan menambahkan 30 data baru dan jenis semivariogram yang akan digunakan adalah model semivariogram experimental anisotropik. Model semivariogram teoritis yang digunakan pada penelitian ini adalah model Spherical, Exponential dan Gaussian. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah memilih model semivariogram terbaik dari ketiga model tersebut berdasarkan uji kenormalan dari residu terbakukan, uji Q_1 dan uji Q_2 .

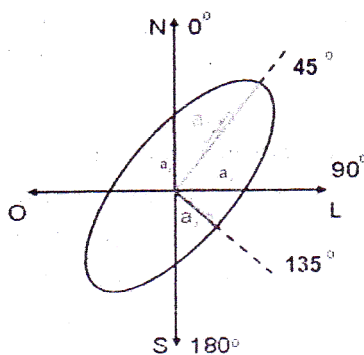
Pada geostatistika, terdapat suatu perangkat dasar untuk menggambarkan, memodelkan, dan menjelaskan korelasi spasial antar observasi dari variabel terregionalisasi yang biasa dikenal sebagai semivariogram. Sedangkan semivariogram adalah setengah dari variogram, dengan simbol γ . Sesuai dengan namanya, Variogram adalah ukuran dari variansi. Variogram digunakan untuk menentukan jarak dimana nilai-nilai data pengamatan menjadi tidak saling tergantung atau tidak ada korelasinya. Simbol dari variogram adalah 2γ . Semivariogram ini digunakan untuk mengukur korelasi spasial berupa variansi eror pada lokasi s dan lokasi $s + h$. Berikut ini, dapat dilihat pada Gambar 1 beberapa model semivariogram teoritis yang sering digunakan:



Gambar 1. Model Variogram yang umum digunakan: (A) Model Spherical, (B) Model Exponential, (C) Model Gaussian [8]

Diagram Mawar

Diagram mawar memiliki dua sumbu utama yaitu sumbu mayor dan sumbu minor. Berikut ini (Gambar 2) merupakan visualisasi dari contoh diagram mawar dengan pemilihan arah 0°, 45°, 90°, dan 135° dimana garis berwarna hijau menunjukkan sumbu mayor dan garis warna orange menunjukkan sumbu minor. Penentuan sumbu mayor dan minor didapat dari perbedaan range yaitu a₁, a₂, a₃ dan a₄. Sumbu mayor memiliki range terpanjang sebaliknya sumbu minor memiliki range terpendek. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Diagram Mawar sebagai berikut [9] :



Gambar 2. Diagram Mawar

Menurut Waller dan Gotway [6] metode ordinary kriging merupakan metode estimasi suatu peubah acak pada suatu titik (lokasi) tertentu dengan

mengamati data yang sejenis dilokasi lain dengan mean data diasumsikan konstan tetapi tidak diketahui nilainya. Pada metode ordinary kriging, nilai-nilai sampel yang diketahui dijadikan kombinasi linear untuk mengestimasi titik-titik disekitar daerah (lokasi) sampel. Dengan kata lain, untuk mengestimasi sembarang titik yang tidak tersampel (s₀) dapat menggunakan kombinasi linear dari peubah acak Z(s_i) dan nilai bobot kriging masing-masing, secara matematis dapat ditulis dengan :

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(s_i)$$

Keterangan

- $\hat{Z}(s_0)$: nilai dugaan peubah acak pada titik s₀
- Z(s_i) : nilai peubah acak Z(s) pada titik ke - i
- λ_i : bobot kriging pada titik ke - i.

Validasi model

Tujuan dilakukan cross validasi adalah untuk memperkirakan atau memprediksi seberapa kuat sebuah model prediktif akan berpengaruh terhadap penelitian. Pada implementasi terhadap model semivariogram, cross validasi bertujuan untuk memeriksa model semivariogram berlaku intrinsik dan memastikan kecocokan model semivariogram terhadap data sampel dari penelitian. Pada proses cross validasi, model-model semivariogram diuji dengan statistik Q₁ dan statistik Q₂. Selain itu, selisih dari nilai nilai yang diketahui pada suatu titik dengan nilai estimasinya atau lazim disebut residual (sampling error) yang akan digunakan untuk memeriksa valid tidaknya model semivariogram yang nantinya berguna pada saat mengestimasi nilai pada titik-titik yang tidak tersampel. Adapun prosedur pengujian hipotesis dari uji statistik ini adalah:

1. Prosedur Pengujian

$$H_0 : |Q_1| < \frac{2}{\sqrt{n-1}} \text{ (Model teoritis cocok)}$$

$$H_1 : |Q_1| \geq \frac{2}{\sqrt{n-1}} \text{ (Model teoritis tidak cocok)}$$

2. Besaran yang diperlukan
 n , ε_k , U (nilai batas atas untuk statistik uji Q_2),
 L (nilai batas bawah untuk statistik uji Q_2),

3. Statistik Uji
 Statistik uji untuk Q_1 adalah

$$Q_1 = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n \varepsilon_k \sim N\left(0, \frac{1}{n-1}\right)$$

Statistik uji untuk Q_2 adalah

$$Q_2 = \frac{1}{(n-1)} \sum_{k=2}^n \varepsilon_k^2, (n-1)Q_2 \sim \chi_{n-1}^2$$

4. Kriteria Pengujian

Model Semivariogram $\gamma(h)$ ditolak jika

$$|Q_1| > \frac{2}{\sqrt{n-1}}$$

Model semivariogram $\gamma(h)$ ditolak jika $Q_2 > U$ dan $Q_2 < L$ [4].

2. Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian berasal dari data skunder yang terdiri dari 41 data titik eksplorasi batubara yang merupakan data ketebalan cadangan batubara [2]. Adapun tahap-tahap analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

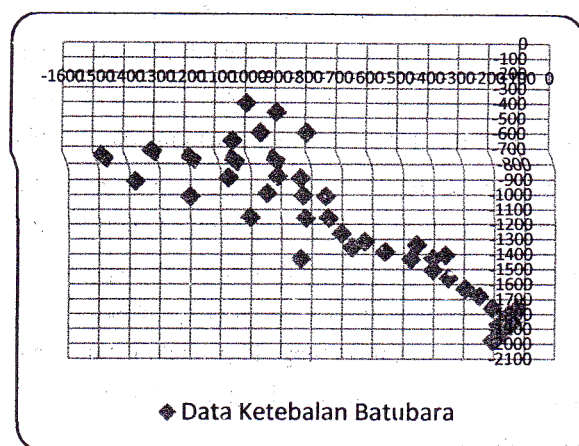
- a. Membuat statistik deskriptif data.
- b. Menentukan semivariogram eksperimental untuk 4 arah (anisotropik geometri) dengan Surfer 9
- c. Fitting semivariogram eksperimental (poin b) dengan salah satu model semivariogram teoritis untuk menentukan nilai parameter-parameternya ($C = Sill$ dan $a = range$).
- d. Menentukan model semivariogram teoritis Spherical, Exponensial dan Gaussian (poin c) untuk dua arah yang berdasarkan sumbu terpendek (minor) dan terpanjang (mayor).
- e. Menentukan model semivariogram teoritis Spherical, Exponensial dan Gaussian (poin d) yang distandarisasi dengan merotasi koordinat

data dan dibagi dengan sumbu terpendek dan terpanjang ($a = range$).

- f. Menentukan model semivariogram yang terbaik dengan mengikuti tahapan cross validasi, yaitu dengan menghitung residu terbakukan dan menguji asumsi kenormalan dan menguji model semivariogram yang digunakan dengan statistik statistik uji Q_1 dan Q_2 .

3. Hasil Dan Pembahasan

Z yang menyatakan ketebalan cadangan batubara dinyatakan dalam satuan meter. Berikut ini data lokasi 41 titik sampel. Adapun plot lokasi 41 titik sampel ketebalan cadangan batubara tersebut sebagai berikut:



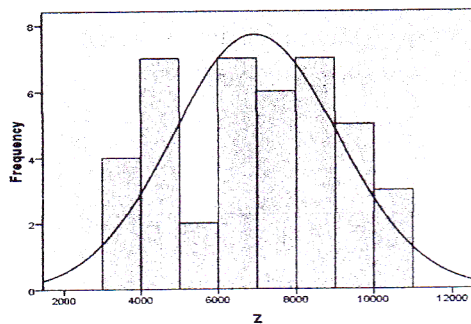
Gambar 3. Lokasi 41 titik sampel data ketebalan batubara

Penghitungan Statistika Deskriptif

Setelah dilakukan penghitungan statistika deskriptif untuk data ketebalan batubara (Z), diperoleh suatu kesimpulan bahwa data yang tersebut mendekati distribusi normal. Perhitungan statistika deskriptifnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan histogram dengan kurva normalnya pada Gambar 2.

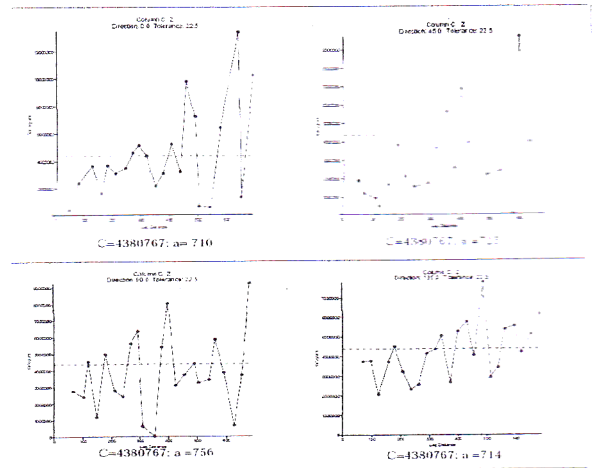
Tabel 1. Statistika deskriptif data ketebalan batubara

Descriptive Statistics (Z)	
N Valid	41
Mean	6951.95
Median	7070.00
Mode	4650
Std. Deviation	2119
Skewness	-.091
Std. Error of Skewness	.369
Kurtosis	-1.236
Std. Error of Kurtosis	.724
Range	6850
Minimum	3600
Maximum	10450

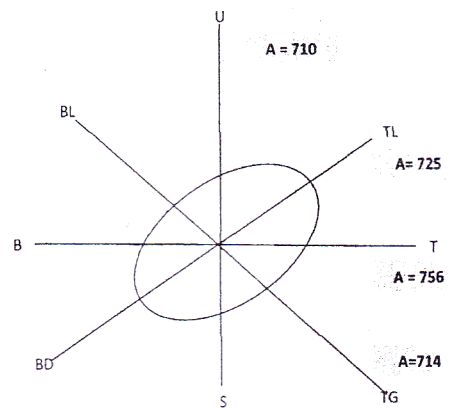


Gambar. 2 Histogram

Berikut ini merupakan fitting semivariogram eksperimental dengan salah satu model semivariogram teoritis untuk menentukan nilai parameter-parameternya ($C = Sill$ dan $a = range$). Oleh karena digunakan semivariogram anisotropik maka nilai $Sill$ setiap arah sama sedangkan nilai $rangeny$ berbeda (Gambar 3).



Gambar 5. Semivariogram Experimental Batubara untuk 4 arah



Gambar 6. Diagram Mawar Semivariogram Anisotropik

Oleh karena sudut yang terbentuk 90^0 antara arah Utara (0^0) yang mempunyai $range\ a = 710$ dengan arah Timur (90^0) yang merupakan sumbu terpanjang ($range\ a = 756$). Maka besarnya sudut yang digunakan untuk menentukan model semivariogram teoritis Spherical, Exponential dan Gaussian yang distandarisasi dengan merotasi koordinat data dan dibagi dengan sumbu terpendek dan terpanjang ($a = range$) adalah 90^0 . Kemudian untuk masing-masing model, dilanjutkan dengan menguji model semivariogram yang digunakan dengan statistik uji Q_1, Q_2 menggunakan excel dan pengujian kenormalan menggunakan bahasa pemrograman SPSS. Sehingga diperoleh model semivariogram yang terbaik dengan mengikuti tahapan *cross* validasi.

Pengujian Q_1 dan Q_2

Dengan menggunakan persamaan (2), (3), (4), (5), (9), (10), (11), (12) dan bantuan Microsoft Excel diperoleh nilai-nilai uji Q_1 dan uji Q_2 seperti tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Validasi Model

MODEL SPHERICAL					MODEL EXPONENTIAL				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	580	580	580	580	1	580	580	580	580
2	580	580	580	580	2	580	580	580	580
3	580	580	580	580	3	580	580	580	580
4	580	580	580	580	4	580	580	580	580
5	580	580	580	580	5	580	580	580	580
6	580	580	580	580	6	580	580	580	580
7	580	580	580	580	7	580	580	580	580
8	580	580	580	580	8	580	580	580	580
9	580	580	580	580	9	580	580	580	580
10	580	580	580	580	10	580	580	580	580
11	580	580	580	580	11	580	580	580	580
12	580	580	580	580	12	580	580	580	580
13	580	580	580	580	13	580	580	580	580
14	580	580	580	580	14	580	580	580	580
15	580	580	580	580	15	580	580	580	580
16	580	580	580	580	16	580	580	580	580
17	580	580	580	580	17	580	580	580	580
18	580	580	580	580	18	580	580	580	580
19	580	580	580	580	19	580	580	580	580
20	580	580	580	580	20	580	580	580	580
21	580	580	580	580	21	580	580	580	580
22	580	580	580	580	22	580	580	580	580
23	580	580	580	580	23	580	580	580	580
24	580	580	580	580	24	580	580	580	580
25	580	580	580	580	25	580	580	580	580
26	580	580	580	580	26	580	580	580	580
27	580	580	580	580	27	580	580	580	580
28	580	580	580	580	28	580	580	580	580
29	580	580	580	580	29	580	580	580	580
30	580	580	580	580	30	580	580	580	580
31	580	580	580	580	31	580	580	580	580
32	580	580	580	580	32	580	580	580	580
33	580	580	580	580	33	580	580	580	580
34	580	580	580	580	34	580	580	580	580
35	580	580	580	580	35	580	580	580	580
36	580	580	580	580	36	580	580	580	580
37	580	580	580	580	37	580	580	580	580
38	580	580	580	580	38	580	580	580	580
39	580	580	580	580	39	580	580	580	580
40	580	580	580	580	40	580	580	580	580
41	580	580	580	580	41	580	580	580	580
42	580	580	580	580	42	580	580	580	580
43	580	580	580	580	43	580	580	580	580
44	580	580	580	580	44	580	580	580	580
45	580	580	580	580	45	580	580	580	580
46	580	580	580	580	46	580	580	580	580
47	580	580	580	580	47	580	580	580	580
48	580	580	580	580	48	580	580	580	580
49	580	580	580	580	49	580	580	580	580
50	580	580	580	580	50	580	580	580	580

Model-model Semivariogram (sumbu mayor dan minor) serta model semivariogram distandarisasi yang digunakan untuk uji Q_1 dan uji Q_2 :

a. Model Spherical

$$\gamma_{T-B}(h) = \begin{cases} 4380767 \left(\frac{|h|}{2(756)} - \frac{|h|^3}{2(756)^3} \right), & |h| < 756 \\ 4380767 & , |h| \geq 756 \end{cases}$$

$$\gamma_{U-S}(h) = \begin{cases} 4380767 \left(\frac{|h|}{2(710)} - \frac{|h|^3}{2(710)^3} \right), & |h| < 710 \\ 4380767 & , |h| \geq 710 \end{cases}$$

Adapun model semivariogram Spherical yang distandarisasinya sebagai berikut:

$$\gamma(h_i) = \begin{cases} 4380767/2 \left(\left(\sqrt{\frac{\cos(90)h_x + \sin(90)h_y}{710}} + \frac{\cos(90)h_y - \sin(90)h_x}{756} \right)^2 - \left(\sqrt{\frac{\cos(90)h_x + \sin(90)h_y}{710}} - \frac{\cos(90)h_y - \sin(90)h_x}{756} \right)^2 \right), & h_i < 1 \\ 4380767 & , h_i \geq 1 \end{cases}$$

b. Model Exponential

$$\gamma_{T-B}(h) = \begin{cases} 4380767 \left(1 - \exp\left(-\frac{h}{756}\right) \right), & |h| < 756 \\ 4380767 & , |h| \geq 756 \end{cases}$$

$$\gamma_{U-S}(h) = \begin{cases} 4380767 \left(1 - \exp\left(-\frac{h}{710}\right) \right), & |h| < 710 \\ 4380767 & , |h| \geq 710 \end{cases}$$

Adapun model semivariogram Exponential yang distandarisasinya sebagai berikut:

$$\gamma(h_i) = \begin{cases} 4380767 \left(1 - \exp\left(-\sqrt{\frac{\cos(90)h_x + \sin(90)h_y}{710}} + \frac{\cos(90)h_y - \sin(90)h_x}{756}\right) \right), & h_i < 1 \\ 4380767 & , h_i \geq 1 \end{cases}$$

c. Model Gaussian

$$\gamma_{T-B}(h) = \begin{cases} 4380767 \left(1 - \exp\left(-\frac{h^2}{756^2}\right) \right), & |h| < 756 \\ 4380767 & , |h| \geq 756 \end{cases}$$

$$\gamma_{U-S}(h) = \begin{cases} 4380767 \left(1 - \exp\left(-\frac{h^2}{710^2}\right) \right), & |h| < 710 \\ 4380767 & , |h| \geq 710 \end{cases}$$

Adapun model semivariogram Gaussian yang distandarisasinya sebagai berikut:

$$\gamma(h_i) = \begin{cases} 4380767 \left(1 - \exp\left(-\left(\sqrt{\frac{\cos(90)h_x + \sin(90)h_y}{710}} + \frac{\cos(90)h_y - \sin(90)h_x}{756} \right)^2 \right) \right), & h_i < 1 \\ 4380767 & , h_i \geq 1 \end{cases}$$

Tabel 3. Rangkuman Uji Kenormalan, Uji Q_1 dan Uji Q_2

Model	Uji Kenormalan	Kesimpulan	Uji Q1	Kesimpulan	Uji Q2	Kesimpulan
Spherical	0.399 > 0.05	Normal	$ -0.342 > 0.316$	Model ditolak	$1.692 > 1.48$	Model ditolak
Ekspensial	0.353 > 0.05	Normal	$ 0.358 > 0.316$	Model ditolak	$2.070 > 1.48$	Model ditolak
Gaussian	0.340 > 0.05	Normal	$ 0.026 < 0.316$	Model tidak ditolak	$0.61 < 1.335$	Model tidak ditolak

Dari uji Kenormalan residual terbakukan menggunakan SPSS diperoleh nilai Sig. > 0.05 untuk ketiga model tersebut, jadi dapat disimpulkan residual terbakukan dari ketiga model tersebut

dianggap berdistribusi normal (Tabel 3 & Tabel 4.). Sedangkan untuk Uji Q_1 dan Q_2 dapat dilihat pada Tabel 3 di atas, yaitu hanya model Semivariogram Gaussian yang layak digunakan dalam metode kriging untuk menginterpolasi lokasi yang belum terobservasi atau layak digunakan untuk melakukan pengestimasi pada lokasi yang belum diketahui nilainya.

Uji Kenormalan

Pengujian kenormalan data menggunakan SPSS, diperoleh :

Tabel 4. Uji Kenormalan

Model	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Spherical						
Residu	.113	40	.200*	.971	40	.399
Exponential						
Residu	.083	40	.200*	.970	40	.353
Gaussian						
Residu	.087	40	.200*	.969	40	.340

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Dari hasil uji kenormalan (Tabel 4) dengan SPSS diperoleh ke-3 residu terbakukan model semivariogram tersebut memiliki nilai $sig > 0.05$, baik dengan menggunakan uji Kolmogorov- Smirnov maupun uji Shapiro-Wilk. Jadi dapat disimpulkan residu terbakukan model semivariogram tersebut berdistribusi normal.

4. Kesimpulan

Dari ketiga model yang digunakan, yaitu model spherical, eksponensial dan Gaussian yang diaplikasikan pada data ketebalan cadangan batubara diperoleh model semivariogram terbaik adalah model Gaussian. Hal ini dapat dilihat dari residual terbakukannya Karena pada uji Q_1 , nilai dari

$|Q_1| < \frac{2}{\sqrt{n-1}}$ yaitu $0.02557461 < 0.316227766$ maka Model Gaussian tidak ditolak. Pada uji Q_2 , diperoleh nilai Q_2 hitung ($|Q_2| = 1.335$) yang terletak antara batas bawah dan atas (tabel Q_2) yaitu: $L = 0.61 < 1.335 < 1.48 = U$ maka model Gaussian Gaussian tidak ditolak, sehingga model semivariogram yang terbaik adalah model Gaussian.

Daftar Pustaka

[1] Cressie, N. A. C., 1993, *Statistics for Spatial Data*, Revised Edition, John Wiley & Sons, New York.

[2] Heryanti, D., 2007, *Analisis Kriging Penaksiran Cadangan Batubara di Provinsi Bengkulu (Studi Kasus Pertambangan Batubara Kabupaten Seluma Kecamatan Seluma)*, Skripsi. Universitas Bengkulu.

[3] Isaaks, E.H. and R.M. Srivastava, 1989, *Applied Geostatistics*. Oxford University Press: New York.

[4] Kitanidis, P.K., 1999, *Introduction To Geostatistics: Applications to Hydrogeology*, Cambridge University Press, New York.

[5] Oliver, M.A. 2010, *Geostatistical Applications for Precision Agriculture*. United Kingdom

[6] Pfeiffer, D.U dan T. P. Robinson, 2008, *Spatial Analysis in Epidemiology*. Oxford University.

[7] Sari, K.N., 2009, *Model Semivariogram dan Estimasi Ordinary Kriging untuk Nilai Ujian Nasional SMP di Kota Bandung dan Cimahi*, Tesis. Institut Teknologi Bandung.

[8] Sarma, D.O. 2001, *Geostatistics with Applications In Earth Sciences*. Formerly at National Geophysical Research Institute (Council of Scientific and Industrial Research) Hyderabad, India.

[9] Webster, R and M.A.Oliver, 2007, *Geostatistics for Environmental Scientists*, Second Edition. University of Reading, UK.

[10] Wackernagel, H., 2003, *Multivariate Geostatistics*, 3rd ed ,Springer, Berlin, Heidelberg.