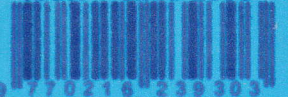


FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BENGKULU

ISSN 0216-2393



9 770216 239303



ISSN 0216-2393

# GRADIEN

Vol. 6 No. 2 Juli 2010

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 Anggasa, S.Si, M.Si

**Bendahara Redaksi**

Supiyati, S.Si, M.Si

**Anggota**

Sipriadi, S.Si

Yulian Fauzi, S.Si, M.Si

Syamsul Bahri, S.Si, M.Si

**Dewan Penyunting**

Prof. Siti Salmah (Unand)

Prof. Dahyar Arbain (Unand)

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)

Dr. Sigit Nugroho (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](http://www.gradienfmipaunib.wordpress.com)

## **PENGANTAR REDAKSI!**

Memasuki tahun penerbitan ke-6 (Enam), alhamdulillah penerbitan jurnal Gradien ini masih konsisten meskipun untuk Vol. 6 No. 2, Juli 2010 sedikit tersendat-sendat 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, Juli 2010

**Dewan Redaksi**





## DAFTAR ISI

**Fisika**

1. Tinjauan Respon Medan Elektromagnetik Dengan Metoda Very Low Frequency (VLF) Di Daerah Panas Bumi, Jaboi, Sabang (*Muhammad Isa*) 560-565

**Kimia**

2. Pembuatan dan Karakterisasi Poli Asam Laktat (*Irfan Gustian*) 566-572  
3. Bioassay *Brine Shrimp* Menggunakan *Artemia Salina Leach* Pada Ekstrak Daun Tanaman Sayuran Yang Mengandung Flavonoid (*Devi Ratnawati*) 573-576  
4. Pengaruh Konsentrasi Prekursor Terhadap Morfologi Dan Ukuran Nanokristal ZnO (*Evi Maryanti*) 577-579

**Matematika**

5. Upaya Peningkatan Proses Belajar Mahasiswa Pada Mata Kuliah Struktur Aljabar I Melalui Pendekatan Teori Apos Berbasis Komputer (*Zulfia Memi Mayasari*) 580-584  
6. Fitting Model Semivariogram Teoritis dengan Menggunakan Software *GeoStatistics for the Environmental Sciences Version 9 (GS+ 9)* (*Fachri Faisal*) 585-589  
7. Pendugaan Regresi Sequential Untuk Kasus Multikolinear (*Nurul Astuty Yensy*) 590-597

**Biologi**

8. Frekuensi Infeksi Cacing Perut Mengancam Kesehatan Generasi Penerus Bangsa (*Marisadonna Asteria*) 598-603  
9. Pertumbuhan Tulang Ekstremitas Fetus Mencit (*Mus Musculus*) Swiss Webster Setelah Diberi Perlakuan Dengan Umbi Gadung (*Dioscorea Hispida*) Dendst Kering (*Abdul Kadir*) 604-607  
10. Dermatoglifi Ujung dan Telapak Tangan Penderita Buta Warna (Studi Kasus Mahasiswa Baru Universitas Andalas Angkatan 2005) (*Zayadi Zaimuddin*) 608-611



# Fitting Model Semivariogram Teoritis dengan Menggunakan *Software GeoStatistics for the Environmental Sciences Version 9 (GS<sup>+</sup>9)*

Fachri Faisal

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

Diterima 15 Juni 2010; Disetujui 22 Juni 2010

**Abstrak** - Semivariogram merupakan perangkat yang digunakan untuk menggambarkan, memodelkan dan menghitung korelasi spasial antara peubah acak regional  $Z(s)$  dan  $Z(s+h)$ . Adapun penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai-nilai parameter model semivariogram teoritis dengan menggunakan *software GS<sup>+</sup>9*. Setelah itu dilakukan *fitting* model semivariogram teoritis dengan menggunakan *software GS<sup>+</sup>9*. Selanjutnya model semivariogram yang diperoleh dapat digunakan untuk melakukan penaksiran pada lokasi yang belum diketahui nilainya. Dari hasil studi kasus diperoleh model semivariogram teoritis *Gaussian* dianggap yang terbaik dengan *range*  $a = 50.5759$  m dan *sill*  $c = 0.0516$  m<sup>2</sup> serta nilai  $RSS = 0.0001016$  dan  $r^2 = 0.919$ .

**Kata kunci** : *semivariogram, Gaussian, range, sill*

## 1. Pendahuluan

Data spasial adalah data pengukuran yang memuat informasi lokasi. Misal  $Z(s_i), i = 1, 2, \dots, n$  data pengukuran  $Z$  di lokasi atau koordinat  $s_i$ . [3] menyatakan bahwa data spasial merupakan salah satu model data dependen, karena data spasial dikumpulkan dari lokasi spasial berbeda yang mengindikasikan ketergantungan antara pengukuran data dengan lokasi. Data spasial banyak dijumpai dalam disiplin ilmu yang membutuhkan data dengan informasi lokasi antara lain geologi, ilmu tanah, epidemiologi, ilmu tanaman, ekologi, kehutanan, astronomi dan lain-lain. Biasanya data diasumsikan random dan kadang-kadang lokasi juga diasumsikan random.

Dua tahap dalam menganalisis data spasial adalah tahap analisis struktural dan tahap estimasi parameter. Analisis struktural merupakan proses *fitting* model korelasi spasial (semivariogram) pada semivariogram eksperimental. Tahap estimasi merupakan proses prediksi parameter proses spasial berdasarkan informasi semivariogram data spasial.

Data spasial dapat dinyatakan sebagai hasil observasi dari proses stokastik atau fungsi random yaitu  $\{Z(s) : s \in D\}$  dimana  $D$  adalah himpunan random di  $R^d$ . Nilai data di lokasi  $s$  yaitu  $z(s)$  disebut realisasi dari variabel random  $Z(s)$ . Koleksi dari variabel-variabel random disebut fungsi random. Biasanya fungsi random ini diasumsikan mempunyai distribusi tertentu (Armstrong, 1998).

Semivariogram merupakan perangkat yang digunakan untuk menggambarkan, memodelkan dan menghitung korelasi spasial antara peubah acak regional  $Z(s)$  dan  $Z(s+h)$  dan berfungsi sebagai suatu ukuran variansi, yang didefinisikan :

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

dengan  $\gamma(h)$  adalah nilai semivariogram untuk setiap jarak  $h$ .

**Semivariogram Eksperimental**

Semivariogram eksperimental merupakan semivariogram yang diperoleh dari data yang diketahui :

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

dengan :

$s_i$  : lokasi (koordinat) sampel

$Z(s_i)$  : nilai data pada lokasi  $s_i$

$|N(h)|$  : # pasangan  $(s_i, s_i + h)$  yang mempunyai jarak  $h$ .

Hal yang perlu diperhatikan dalam penghitungan semivariogram eksperimental, yaitu:

1. Bila sampel hilang (missing value) dari pola reguler, nilai sampel yang hilang tersebut tidak perlu diinterpolasi dengan mengambil nilai meannya atau menggantinya dengan nilai nol.
2. Bila data irreguler, semivariogram dihitung untuk kelas jarak dengan toleransi tertentu.
3. Untuk menghitung semivariogram eksperimental perlu diperhatikan arah dan panjang jarak antara titik sampel.

**Model Semivariogram Teoritis**

Plot semivariogram  $\gamma(h)$  terhadap jarak  $h$  memberikan plot semivariogram eksperimental. Semivariogram eksperimental yang diperoleh dari data biasanya bentuknya tidak beraturan sehingga sulit untuk ditafsirkan dan tidak dapat langsung digunakan dalam penaksiran. Parameter tersebut adalah :

1. *Range*, merupakan jarak maksimum dimana masih terdapat korelasi antar data.
2. *Sill*, merupakan nilai semivariogram yang tidak berubah untuk  $h$  yang tidak terbatas. Nilai sill umumnya mendekati variasi data.
3. *Efek Nugget*, merupakan fenomena diskontinu disekitar titik pangkal.

Beberapa model semivariogram teoritis yang sering digunakan:

1. Model *Spherical* :

$$\gamma(h) = \begin{cases} c_0 + c \left( \frac{3h}{2a} - \frac{1}{2} \left( \frac{h}{a} \right)^3 \right) & , 0 < h \leq a \\ c_0 + c & , h > a \end{cases} \quad (3)$$

dengan :

- $a$  : range
- $c_0$  : nugget efek
- $c_0 + c$  : sill

2. Model *Exponential* :

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

3. Model *Gaussian* :

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

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

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

**2. Metode Penelitian**

Data yang digunakan adalah data kadar timbal dari 132 titik sampel yang diperoleh dari *GeoStatistics for the Environmental Sciences Version 9*.

**Teknis Analisis Data**

Adapun tahap-tahap analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penghitungan statistika deskriptif
2. Melakukan penghitungan Semivariogram Eksperimental dan Fitting Semivariogram teoritis dengan menggunakan bantuan *software GS+* 9

3. Melakukan validasi model untuk mengetahui apakah model semivariogram teoritis dengan melihat RSS dan  $r^2$  nya.

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data berupa titik koordinat  $X$  dan  $Y$  serta  $Z$  yang menyatakan banyaknya kadar timbal (Pb). Berikut ini data lokasi 132 titik sampel.

I. HASIL DAN PEMBAHASAN

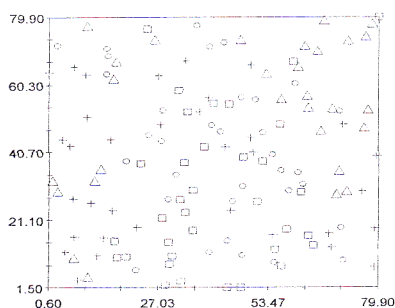
Tabel 1. Data Kadar Timbal (Pb)

No	X	Y	Z(Pb)	No	X	Y	Z(Pb)	No	X	Y	Z(Pb)
1	4.5	11.9	0.42	45	28	53.1	0.24	89	54	40.3	0.32
2	2.7	29.4	0.6	46	27	62.9	0.44	90	51.9	46.6	0.31
3	1.6	32.6	0.6	47	26.2	73.3	0.54	91	50.1	56.2	0.32
4	4.1	44.5	0.43	48	32.6	3.2	0.21	92	52.8	63.5	0.94
5	0.6	64	0.51	49	30.3	10.7	0.17	93	56.5	7.6	0.17
6	2.4	71.8	0.34	50	33.6	23.4	0.15	94	57.7	18.5	0.18
7	7.8	3.5	0.37	51	32.2	27.1	0	95	58	29.9	0.25
8	6.7	10.2	0.61	52	31.1	34.3	0.27	96	56.1	35.5	0.3
9	6.7	16.3	0.46	53	33.2	37.8	0.16	97	56.1	48.8	0.2
10	6.5	27.2	0.44	54	34.1	52.6	0.15	98	56.6	56.2	0.71
11	5.7	42.7	0.38	55	32.1	58.8	0.13	99	59.7	60.9	0.32
12	9.7	51.1	0.47	56	33.4	67.4	0.42	100	59.3	67	0.17
13	9.4	63.3	0.44	57	39.1	11.9	0.23	101	64.2	13.7	0.15
14	6.8	65.6	0.37	58	35.3	18.2	0.14	102	63	16.7	0.19
15	9.8	77.4	0.61	59	35.4	29.9	0.15	103	61.2	29.2	0.18
16	10.2	4.6	0.56	60	38.2	42.5	0.18	104	61.6	31.5	0.33
17	12.2	10.8	0.44	61	39.6	48.8	0.34	105	60.2	35	0.33
18	13.9	15.8	0.5	62	37	52.4	0.47	106	63.1	53.7	0.61
19	10.8	26	0.5	63	39.1	56.4	0.39	107	62.7	57.3	0.72
20	11.6	32.7	0.91	64	39	71.7	0.29	108	60.4	65.5	0.65
21	13.2	35.8	0.55	65	36	77.6	0.23	109	62	71.6	1.14
22	14.5	63.6	0.31	66	43.5	1.6	0.15	110	68.5	13.3	0.49
23	14.6	68.8	0.3	67	43.4	15.4	0.23	111	68	17.3	0.4
24	14.4	71	0.24	68	44.1	23.9	0.41	112	69.8	28.7	0.52
25	17.1	10	0.22	69	44.4	26.8	0.31	113	66.2	47	0.79
26	19.4	10.3	0.13	70	43.1	42.3	0.38	114	68.8	53.5	0.56
27	16.6	15.1	0.18	71	41.8	47	0.27	115	65	70	1.25
28	15.9	23.8	0.41	72	43.9	54.6	0	116	66.6	79	0.52
29	19.1	38.4	0.24	73	40.2	55.1	0	117	71.3	9.4	0.3
30	15.7	44.5	0.42	74	42.4	72.9	0.3	118	70.7	19.1	0.26
31	16.3	62	0.61	75	47	1.5	0.22	119	72.3	29.6	0.59
32	16.9	66.9	0.52	76	47.1	10.9	0.23	120	70.5	35.3	0.56
33	21.6	6.6	0.23	77	47.1	31	0.25	121	71.3	48.7	0.41
34	21.8	18.9	0.39	78	47.4	39.2	0.2	122	70.3	52.7	0.33
35	22.7	37.4	0.21	79	49.8	40.9	0.4	123	72.5	73.1	0.58
36	24.6	46	0.34	80	49.2	45.2	0.49	124	79.1	7.3	0.51
37	24.3	76.6	0.16	81	46.8	56.7	0.29	125	79	18.7	0.44
38	28.9	2.1	0.06	82	49.3	66	0.49	126	75.8	29.6	0.51
39	29.7	8.2	0.12	83	46.8	73.4	0.52	127	79.3	39.6	0.51
40	29.4	14.8	0.07	84	54.8	8.8	0.24	128	76.6	47.9	0.56
41	28	21.8	0.16	85	55	12.5	0.19	129	77.4	53	0.54
42	29.3	27.2	0.23	86	54.5	17	0.35	130	76.9	74.5	0.85
43	27.7	44.3	0.25	87	50.7	26.4	0.18	131	79.9	79.9	0
44	27.7	48.9	0.37	88	51.8	38	0.2	132	78.3	78.1	0.6



### 3. Hasil Dan Pembahasan

Adapun plot lokasi 15 titik sampel kadar emas tersebut sebagai berikut:



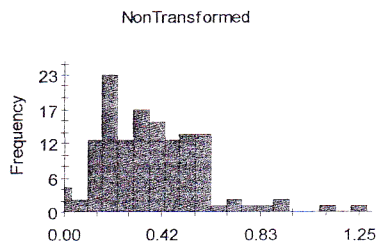
Gambar 1 Lokasi 132 titik sampel data kadar Timbal (Pb)

#### Penghitungan Statistika Deskriptif

Untuk mempelajari data dilakukan penghitungan statistika deskriptif. Dari perhitungan diperoleh suatu kesimpulan bahwa data yang tersedia mendekati distribusi normal.

Tabel 2. Statistika deskriptif data Timbal (Pb)

Banyak data	132
Mean	0.370
Minimum	0
Maximum	0.125
Standar deviasi	0.213
Variansi	0.004539
Skewness (se)	1.13(0.21)
Kurtosis (se)	2.40(0.42)



Gambar 2. Histogram data Timbal (Pb)

#### Semivariogram Eksperimental

Hasil penghitungan semivariogram eksperimental dengan  $GS^9$  ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Semivariogram Eksperimental

Lag Class	Average Distance	Average Semivariance	Pairs
1	2.76	0.0256	31
2	5.4	0.0277	141
3	8.8	0.0278	216
4	12.27	0.0268	314
5	15.77	0.0288	375
6	19.23	0.038	432
7	22.82	0.0404	484
8	26.21	0.0375	534
9	29.7	0.0371	552
10	33.27	0.0476	530
11	36.71	0.0491	527
12	40.24	0.0477	580
13	43.76	0.0478	528
14	47.27	0.0474	540
15	50.68	0.052	462

Setelah hasil penghitungan semivariogram eksperimental diperoleh, selanjutnya dilakukan *fitting* model semivariogram teoritisnya dengan menggunakan  $GS^9$  yang bertujuan untuk menentukan nilai-nilai parameterinya. Adapun model semivariogram yang diperoleh adalah *Linear*, *Exponential*, *Spherical* dan *Gaussian*.

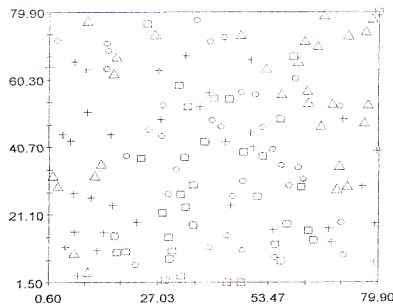
Tabel 4. Nilai-nilai parameter *fitting* model semivariogram teoritis

Model Variogram	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	Range (A)	RSS	r <sup>2</sup>
Linear	0.235	0.05288	50.68	0.00013	0.899
Exponential	0.0209	0.0734	58.9	0.00012	0.901
Spherical	0.02183	0.05216	62.5	0.00012	0.907
Gaussian	0.02525	0.0516	29.2	0.0001	0.919

Jadi *fitting* data semivariogram eksperimental dengan model teoritis ditunjukkan pada Gambar 3.

### 3. Hasil Dan Pembahasan

Adapun plot lokasi 15 titik sampel kadar emas tersebut sebagai berikut:



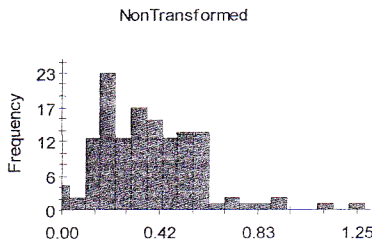
Gambar 1 Lokasi 132 titik sampel data kadar Timbal (Pb)

#### Penghitungan Statistika Deskriptif

Untuk mempelajari data dilakukan penghitungan statistika deskriptif. Dari perhitungan diperoleh suatu kesimpulan bahwa data yang tersedia mendekati distribusi normal.

Tabel 2. Statistika deskriptif data Timbal (Pb)

Banyak data	132
Mean	0.370
Minimum	0
Maximum	0.125
Standar deviasi	0.213
Variansi	0.004539
Skewness (se)	1.13(0.21)
Kurtosis (se)	2.40(0.42)



Gambar 2. Histogram data Timbal (Pb)

#### Semivariogram Eksperimental

Hasil penghitungan semivariogram eksperimental dengan  $GS^*9$  ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Semivariogram Eksperimental

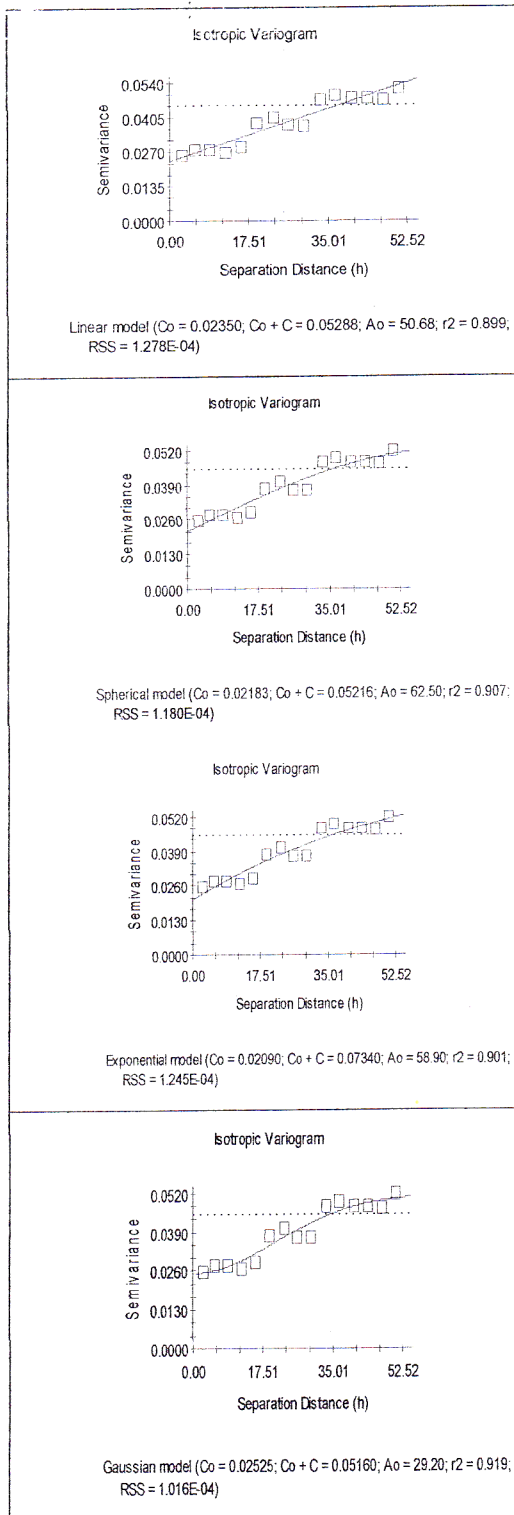
Lag Class	Average Distance	Average Semivariance	Pairs
1	2.76	0.0256	31
2	5.4	0.0277	141
3	8.8	0.0278	216
4	12.27	0.0268	314
5	15.77	0.0288	375
6	19.23	0.038	432
7	22.82	0.0404	484
8	26.21	0.0375	534
9	29.7	0.0371	552
10	33.27	0.0476	530
11	36.71	0.0491	527
12	40.24	0.0477	580
13	43.76	0.0478	528
14	47.27	0.0474	540
15	50.68	0.052	462

Setelah hasil penghitungan semivariogram eksperimental diperoleh, selanjutnya dilakukan *fitting* model semivariogram teoritisnya dengan menggunakan  $GS^*9$  yang bertujuan untuk menentukan nilai-nilai parameterinya. Adapun model semivariogram yang diperoleh adalah *Linear*, *Exponential*, *Spherical* dan *Gaussian*.

Tabel 4. Nilai-nilai parameter *fitting* model semivariogram teoritis

Model Variogram	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	Range (A)	RSS	r2
Linear	0.235	0.05288	50.68	0.00013	0.899
Exponential	0.0209	0.0734	58.9	0.00012	0.901
Spherical	0.02183	0.05216	62.5	0.00012	0.907
Gaussian	0.02525	0.0516	29.2	0.0001	0.919

Jadi *fitting* data semivariogram eksperimental dengan model teoritis ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Semivariogram eksperimental dan teoritis

Untuk proses selanjutnya, model semivariogram yang diperoleh dapat digunakan untuk melakukan penaksiran pada lokasi yang belum diketahui nilainya dengan menggunakan model *Gaussian* yang memiliki Residual Sum Squares (RSS) dan  $r^2$  nya yang terbaik dari keempat model yang ada.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa setelah dilakukan *fitting* model semivariogram teoritis dengan menggunakan *software GS+ 9* diperoleh model *Gaussian* dengan *range*  $a = 50.5759$  m dan *sill*  $c = 0.0516$  m<sup>2</sup> serta nilai  $RSS = 0.0001016$  dan  $r^2 = 0.919$ .

#### Daftar Pustaka

- [1] Anonim., (2008). *GeoStatistics for the Environmental Sciences Version 9*, Gamma Design Software, LLC, Plainwell, Michigan.
- [2] Armstrong, M., (1998). *Basic Linear Geostatistics*, Springer, Berlin.
- [3] Cressie, N. A. C., (1993). *Statistics for Spatial Data*, Revised Edition, John Wiley & Sons, New York,
- [4] Isaaks, E.H. and Srivastava, R.M., (1990). *An Introduction to Applied Geostatistics*. Oxford University Press, New York.
- [5] Journel, A.,G., and Huijbregts, CH. J., (1978). *Mining Geostatistics*, Academic Press, London