

**SIMULASI PENGUKURAN KETEPATAN MODEL VARIOGRAM PADA
METODE *ORDINARY KRIGING* DENGAN TEKNIK *JACKKNIFE***

Oleh :

DEWI SETYA KUSUMAWARDANI

24010210120007

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Sains pada Jurusan Statistika

JURUSAN STATISTIKA

FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2014

HALAMAN PENGESAHAN I

Judul : Simulasi Pengukuran Ketepatan Model Variogram pada Metode
Ordinary Kriging dengan Teknik *Jackknife*.

Nama : Dewi Setya Kusumawardani

NIM : 24010210120007

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 10 Juni 2014 dan dinyatakan
lulus pada tanggal 23 Juni 2014

Semarang, 23 Juni 2014


Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir

Ketua,

Mengetahui,
Ketua Jurusan Statistika
FSM UNDIP



Dr. Dwi Ispriyanti, M.Si
NIP. 195709141986032001



Drs. Agus Rusgiyono, M.Si
NIP 196408131990011001

HALAMAN PENGESAHAN II

Judul : Simulasi Pengukuran Ketepatan Model Variogram pada Metode
Ordinary Kriging dengan Teknik *Jackknife*.

Nama : Dewi Setya Kusumawardani

NIM : 24010210120007

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 10 Juni 2014

Semarang, 23 Juni 2014

Pembimbing I



Drs. Sudarno, M.Si
NIP. 196407091992011001

Pembimbing II



Hasbi Yasin, S.Si, M.Si
NIP. 198212172006041003

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir berikut yang berjudul “Simulasi Pengukuran Ketepatan Model Variogram pada Metode *Ordinary Kriging* dengan Teknik *Jackknife*”.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak, terutama kepada :

1. Ibu Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si selaku Ketua Jurusan Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro,
2. Bapak Drs. Sudarno, M.Si dan Bapak Hasbi Yasin, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II yang telah memberikan motivasi, arahan, dan bimbingan,
3. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro atas ilmu yang diberikan,
4. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis sadar bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga penulisan laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, Juni 2014

Penulis

ABSTRAK

Kriging merupakan analisis data geostatistika yang digunakan untuk mengestimasi besarnya nilai yang mewakili suatu titik yang tidak tersampel berdasarkan titik-titik tersampel yang berada disekitarnya. Pada *Ordinary Kriging* pendugaan suatu nilai variabel pada titik tertentu dilakukan dengan cara mengamati data yang sejenis pada daerah lain, pada setiap titik yang tidak diketahui nilainya, maka akan diestimasi dengan menggunakan kombinasi linier terboboti (*weighted linier combination*). Data yang dibangkitkan adalah data kandungan besi (%). Data tersebut merupakan data random hasil simulasi berdasarkan model variogram Spherical dan Eksponensial. Nilai dugaan diperoleh melalui sistem *Ordinary Kriging* dengan menggunakan teknik *Jackknife*. Ketepatan model variogram spherical dan eksponensial dihitung berdasarkan nilai tengah kesalahan persentase absolut (*Mean Absolut Percentage Error*). Berdasarkan hasil perhitungan untuk variogram spherical persentase kesalahan yang diperoleh yaitu 0,0417%, sedangkan persentase kesalahan untuk model variogram eksponensial yaitu 0,0776%. Kedua nilai MAPE tersebut berada dibawah 10%, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa teknik *jackknife* dapat digunakan untuk menentukan nilai dugaan dari sistem *ordinary kriging* dari model variogram spherical dan eksponensial.

Kata kunci : *ordinary kriging*, variogram, *jackknife*, MAPE.

ABSTRACT

Kriging is the one of geostatistical data analysis and it is useful for estimate values which represents a sample point unknown based on sample point known in the surrounding. In the ordinary kriging, estimation of the value at certain point done by observing similiar data at the other location, at every point of an unknown value, then it will be estimate by using weighted linier combination of the available samples. Data in this case study is a random data that generated based on variogram model and it defined as iron content data (%), variogram that used to generate the data is spherical and eksponential. Estimated value is obtained through a system of Ordinary Kriging using Jackknife technique. The accuracy of the spherical and exponential variogram model is calculated based on the midpoint error absolute percentage error (Mean Absolute Percentage Error). Percentage error based on result of calculations for spherical variogram is 0.0417%, while the percentage error for the exponential variogram models is 0.0776 %. Both the MAPE values less than 10%, thus it can be concluded that jackknife tecnique can be used to determined estimated value from ordinary kriging system from the spherical and exponential variogram models.

Keyword: ordinary kriging, variogram, jackknife, MAPE.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR SIMBOL.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Batas Permasalahan	3
1.4 Tujuan.....	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Data Spasial	5
2.2 Deskripsi Spasial	7
2.2.1 Peta (<i>Maps</i>)	7
2.2.2 <i>h-scatterplots</i>	7
2.2.3 Fungsi korelasi, fungsi kovarian, dan momen inerti.....	8

2.3 Model Fungsi Random	10
2.4 Variogram.....	12
2.5 <i>Ordinary Kriging</i>	15
2.5.1 BLUE (<i>Best Linier Unbiased</i>).....	15
2.5.2 Parameter Lagrange	18
2.5.3 Sistem <i>Ordinary Kriging</i>	20
2.6 Metode <i>Jackknife</i>	22
2.7 Ketepatan Model.....	23
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data	25
3.2 Variabel Penelitian	25
3.3 Tahapan Analisis Data.....	25
3.4 Diagram Alir Pembahasan.....	27
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Proses Pembangkitan Data Berdasarkan Model Variogram Spherical dan Eksponensial	28
4.2 Proses Pendugaan Data Melalui Sistem <i>Ordinary Kriging</i> dengan Menggunakan Teknik <i>Jackknife</i>	30
4.3 Analisis Ketepatan Model Spherical dan Eksponensial	32
4.4 Taksiran Parameter dari Model Variogram untuk Data Dugaan.....	36
 BAB V KESIMPULAN.....	38
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	41-56

DAFTAR SIMBOL

- $V(x)$: variabel random pada lokasi x
- $v(x)$: nilai dari $V(x)$
- v_i : data aktual ke- i
- \hat{v}_i : data dugaan ke- i
- r_i : error ke- i
- h : jarak
- $\tilde{\sigma}^2$: varian
- $\tilde{\sigma}^2_R$: varian error
- $\tilde{C}_V(h)$: fungsi kovarian pada jarak h
- $\tilde{\rho}_V(h)$: fungsi korelasi pada jarak h
- w_i : bobot ke- i
- $\gamma(h)$: variogram pada jarak h
- $\hat{\gamma}(h)$: variogram untuk data dugaan pada jarak h
- C_0 : nugget efek
- \hat{C}_0 : nugget efek untuk data dugaan
- $C_0 + C_1$: sill
- $\hat{C}_0 + \hat{C}_1$: sill untuk data dugaan
- a : range
- μ : parameter lagrange
- \mathbf{C} : matriks kovarian antar data
- \mathbf{w} : vektor pembobot
- \mathbf{D} : matriks kovarian dari data yang akan dicari nilai dugaannya

$\hat{\theta}$: estimator dari sampel

$\hat{\theta}_{(i)}$: ulangan jackknife ke-i dari $\hat{\theta}$

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Koefisien korelasi, kovarian, dan momen inersia	9
Tabel 4.1 Perhitungan MAPE untuk model variogram spherical	34
Tabel 4.2 Perhitungan MAPE untuk model variogram eksponensial	35
Tabel 4.3 Perbandingan parameter model variogram	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Plot dari Koefisien Korelasi, kovarian, dan momen inersia	10
Gambar 2.2 Model Variogram	13
Gambar 4.1 Plot data aktual dengan data dugaan untuk model variogram spherical	33
Gambar 4.2 Plot data aktual dengan data dugaan untuk model variogram eksponensial	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Program simulasi untuk model variogram spherical	43
Lampiran 2	Program simulasi untuk model variogram eksponensial.....	47
Lampiran 3	Hasil simulasi untuk model variogram spherical.....	51
Lampiran 4	Hasil simulasi untuk model variogram eksponensial.....	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam analisis statistika peneliti biasanya dihadapkan pada tiga pertanyaan yang mendasar yaitu bagaimana seharusnya cara peneliti mengumpulkan data, bagaimana cara menganalisis dan menarik kesimpulan berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan seberapa akurat kesimpulan yang diambil berdasarkan data (Efron dan Tibshirani, 1993). Geostatistika merupakan salah satu metode statistika yang digunakan dalam menyelesaikan kasus-kasus yang berkaitan dengan gejala alam dan banyak diterapkan untuk keperluan prediksi dan interpolasi data. Geostatistika pertama kali dikembangkan oleh Georges Matheron pada tahun 1960an yang merupakan perpaduan dari disiplin ilmu teknik pertambangan, geologi, matematika, dan statistika yang pada saat ini metode geostatistika banyak diterapkan dalam industri mineral dan industri lain yang menggunakan analisis spasial sebagai kajian utamanya (Cressie, 1993).

Geostatistika berkembang berdasarkan konsep dasar analisis spasial. Analisis spasial merupakan metode statistik yang digunakan untuk menganalisis data spasial. Data spasial adalah data yang memuat informasi lokasi, jadi tidak hanya memuat apa yang diukur. Data spasial terdiri atas observasi beberapa fenomena yang memiliki kecenderungan spasial (Fotheringham, A. S *et al*, 2000). Hal inilah yang membedakan analisis spasial dengan analisis statistika lainnya. Hal yang perlu diamati dari data spasial adalah nilai variabel dan lokasi dimana lokasi dapat berupa informasi mengenai letak koordinat dari data tersebut.

Pengamatan terhadap nilai variabel dan lokasi sekelompok data dapat memberikan gambaran mengenai kecenderungan dan hubungan antar data.

Berdasarkan Armstrong (1998), dasar dari geostatistika adalah variogram. Variogram digunakan untuk mengukur korelasi spasial antar observasi. Terdapat satu model matematis yang telah diterapkan pada variogram, model ini dapat mengestimasi nilai pengamatan yang tidak tersampel. Prosedur estimasi ini dikenal dengan "*kriging*". Metode kriging ini dikembangkan oleh Georges Matheron bersama dengan Danie Krige. Menurut Awali (2013), kriging merupakan analisis data geostatistika yang digunakan untuk mengestimasi besarnya nilai yang mewakili suatu titik yang tidak tersampel berdasarkan titik-titik tersampel yang berada disekitarnya dengan mempertimbangkan korelasi spasial yang ada dalam data tersebut.

Dalam analisis data geostatistika, sering terdapat kendala dalam menduga nilai data. Hal ini disebabkan oleh karakteristik data spasial dimana harus memuat informasi lokasi atau ordinat. Kesulitan pengukuran secara langsung dapat disebabkan oleh bencana alam, faktor daerah, keadaan sosial suatu daerah, kendala dalam pembiayaan penelitian sehingga penelitian terkait untuk mendapatkan data spasial memerlukan waktu yang lama dan biaya yang mahal. Oleh karena itu, dalam penelitian ini penulis melakukan simulasi untuk memperoleh data aktual yang didefinisikan sebagai data kandungan besi. Metode yang digunakan untuk mencari nilai dugaan adalah metode *Ordinary Kriging* dengan menggunakan teknik *Jackknife*.

Pada *Ordinary Kriging* pendugaan suatu nilai variabel pada titik tertentu dilakukan dengan cara mengamati data yang sejenis pada daerah lain. Pada setiap

titik yang tidak diketahui nilainya, maka akan diestimasi dengan menggunakan kombinasi linier terboboti (*weighted linier combination*). Bobot dalam metode *Ordinary Kriging* ini dipengaruhi oleh model variogram, sehingga ketepatan pada pemilihan model variogram akan memberikan estimasi yang baik pada metode kriging (Isaaks & Srivastava, 1989). Dengan demikian, dalam penelitian ini akan dilakukan pengukuran untuk mengetahui ketepatan dari model variogram.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang akan diselesaikan yaitu:

1. Bagaimana proses simulasi data berdasarkan model variogram?
2. Bagaimana cara mengukur ketepatan model variogram yang digunakan dalam proses estimasi data dengan metode *Ordinary Kriging* dan teknik *Jackknife*?

1.3 Batas Permasalahan

Permasalahan dalam penelitian ini hanya dibatasi pada:

1. Data yang digunakan adalah data simulasi berdasarkan model variogram spherical dan eksponensial.
2. Metode yang digunakan dalam proses pendugaan data adalah metode *Ordinary Kriging* dan teknik *Jackknife*.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menggunakan model variogram spherical dan eksponensial untuk membangkitkan data.
2. Mencari nilai dugaan dengan menggunakan metode *Ordinary Kriging* dengan teknik *Jackknife*.
3. Menghitung ketepatan model variogram pada metode *Ordinary Kriging*.
4. Menaksir parameter dari model variogram untuk data dugaan.