

**PENAKSIRAN KANDUNGAN CADANGAN BAUKSIT
DI DAERAH MEMPAWAH MENGGUNAKAN *ORDINARY
KRIGING* DENGAN SEMIVARIOGRAM ANISOTROPIK**



PUTU JAYA ADNYANA WIDHITA

0 3 0 3 0 1 0 3 0 3



UNIVERSITAS INDONESIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

DEPARTEMEN MATEMATIKA

DEPOK

2008

**PENAKSIRAN KANDUNGAN CADANGAN BAUKSIT
DI DAERAH MEMPAWAH MENGGUNAKAN *ORDINARY*
KRIGING DENGAN SEMIVARIOGRAM ANISOTROPIK**

Skripsi diajukan sebagai salah satu syarat

Untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Oleh :

PUTU JAYA ADNYANA WIDHITA

0 3 0 3 0 1 0 3 0 3



DEPOK

2008

**SKRIPSI : PENAKSIRAN KANDUNGAN CADANGAN BAUKSIT DI
DAERAH MEMPAWAH MENGGUNAKAN *ORDINARY*
KRIGING DENGAN SEMIVARIOGRAM ANISOTROPIK**

NAMA : PUTU JAYA ADNYANA WIDHITA

NPM : 0303010303

SKRIPSI INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI

DEPOK, 12 DESEMBER 2008

Dr. Dian Lestari

Pembimbing I

Dra. Siti Nurrohmah, M.Si

Pembimbing II

Tanggal lulus Ujian Sidang Sarjana: 12 Desember 2008

Penguji I : Dr. Dian Lestari

Penguji II : Dra. Saskya Mary, M.Si

Penguji III : Dra. Nora Hariadi, M.Si

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas asung kertha wara nugraha Ida Sang Hyang Widhi Wasa, Tuhan Yang Maha Esa, dan tuntunan dari Ida Bhatara Kawitan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari banyaknya pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada pihak-pihak yang telah berjasa dalam penulisan tugas akhir ini maupun selama penulis menjalani kuliah. Ucapan terima kasih dan penghargaan penulis haturkan kepada:

1. Bapak dan Ibu atas segala kasih sayang, doa, dukungan, kesabaran, dan nasehatnya, serta Adik-adikku tersayang, Kadek, Komang, dan Ketut, yang juga selalu mencurahkan doa dan dukungannya. Mungkin penghargaan ini masih terlalu kecil dengan kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis.
2. Ibu Dian Lestari dan Ibu Siti Nurrohmah selaku pembimbing skripsi, yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis selama ini. Terima kasih atas semua bantuan, motivasi, serta kepercayaan yang telah Ibu berikan kepada penulis.
3. Bapak Gatot dan Ibu Nana (selaku pembimbing akademik angkatan 2003), terima kasih Bapak dan Ibu atas motivasi dan nasehatnya terutama dalam urusan perkuliahan selama berkuliah di Departemen Matematika. Ibu Saskya dan Ibu Titin, terima kasih Ibu atas motivasi dan nasehatnya. Bapak Yudi (selaku ketua departemen), Ibu Ida (selaku koordinator akademik), Ibu Nora, Ibu Suarsih,

Ibu Yekti, *Mba* Rahmi, dan dosen Matematika yang sulit disebutkan satu persatu.
Terima kasih atas segala bimbingan dan ilmu yang diberikan.

4. Seluruh staf Departemen Matematika UI, terima kasih atas semua bantuannya selama penulis berkuliah di Departemen Matematika.
5. Keluarga besar penulis yang ada di Bekasi, Jakarta, Bali, maupun di tempat lain, yang telah memberi semangat, dukungan, dan doanya kepada penulis.
6. Kak Indo (terima kasih atas pengetahuan mengenai bauksitnya), Kak Baskoro (terima kasih telah membantu *muter-muter* di ITB untuk nyari referensi buku tentang semivariogram dan juga atas tumpangan menginapnya di kosan di Bandung), Kak Nia dan lif'02 (terima kasih atas pengetahuan tentang kriging dan program *matlabnya*), Hendy'02 (terima kasih atas program *matlabnya*).
7. Teman-teman tempat penulis berbagi cerita, *sharing*, dan pengalaman, Sonny, Yessa, Nyoman, Kak Indo, Kak Baskoro, Kak Rury, Hendy, Kak Onggo, Kak Nia, lif '02, serta teman-teman seperjuangan yang juga telah menyusun skripsi bareng penulis.
8. Dosen, Staf perpustakaan, dan teman-teman di Matematika ITB, terima kasih atas semua bantuannya.
9. Teman-teman matematika 2003.
10. Teman-teman matematika UI angkatan 1999, 2000, 2001, 2002, 2004, 2005, 2006, 2007, dan 2008, yang tidak bisa disebutkan satu persatu namanya. Terima kasih atas dukungannya.
11. Teman-teman kosan, Nyoman Fas'00 (terima kasih atas pinjaman komputernya dan bincang-bincangnya), Andy Sipil'06 dan Bang Ismon (terima kasih atas

sharingnya), teman-teman KMHDUI dan teman-teman BEM UI 2007, teman-teman STAH DNJ, teman-teman FLB, teman-teman MPUI, teman-teman Senat FMIPAUI 06/07, teman-teman pasraman Pura Bekasi, serta teman-teman angkatan 2003 dari berbagai jurusan di UI.

12. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini namun namanya tidak dapat disebutkan satu persatu dikarenakan keterbatasan tempat.

Semoga tugas akhir ini dapat menjadi sesuatu yang bermanfaat bagi banyak orang. Mohon maaf atas segala kekurangan. Terima kasih.

Penulis

2008

ABSTRAK

Salah satu bahan tambang yang penting dan banyak dipakai adalah bauksit. Daerah Mempawah, Kalimantan merupakan salah satu daerah penambangan bauksit yang ada di Indonesia. Dalam kasus pengeksplorasian bahan tambang sering ditemukan permasalahan seberapa banyak cadangan bahan tambang yang tersedia di suatu lokasi. Dalam penelitian ini dilakukan penaksiran kandungan cadangan bauksit di Mempawah dengan menggunakan metode penaksiran *ordinary kriging* dengan semivariogram anisotropik. Metode penaksiran *ordinary kriging* merupakan metode yang memberikan penaksir yang linier tak bias terbaik (BLUE = *best linear unbiased estimator*). Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa model semivariogram yang cocok digunakan adalah model eksponensial. Penaksiran dilakukan pada 24 titik lokasi yang tidak tersampel.

Kata kunci : bauksit, *best linear unbiased estimator*, *ordinary kriging*, semivariogram anisotropik

xii + 69 hlm ; lamp

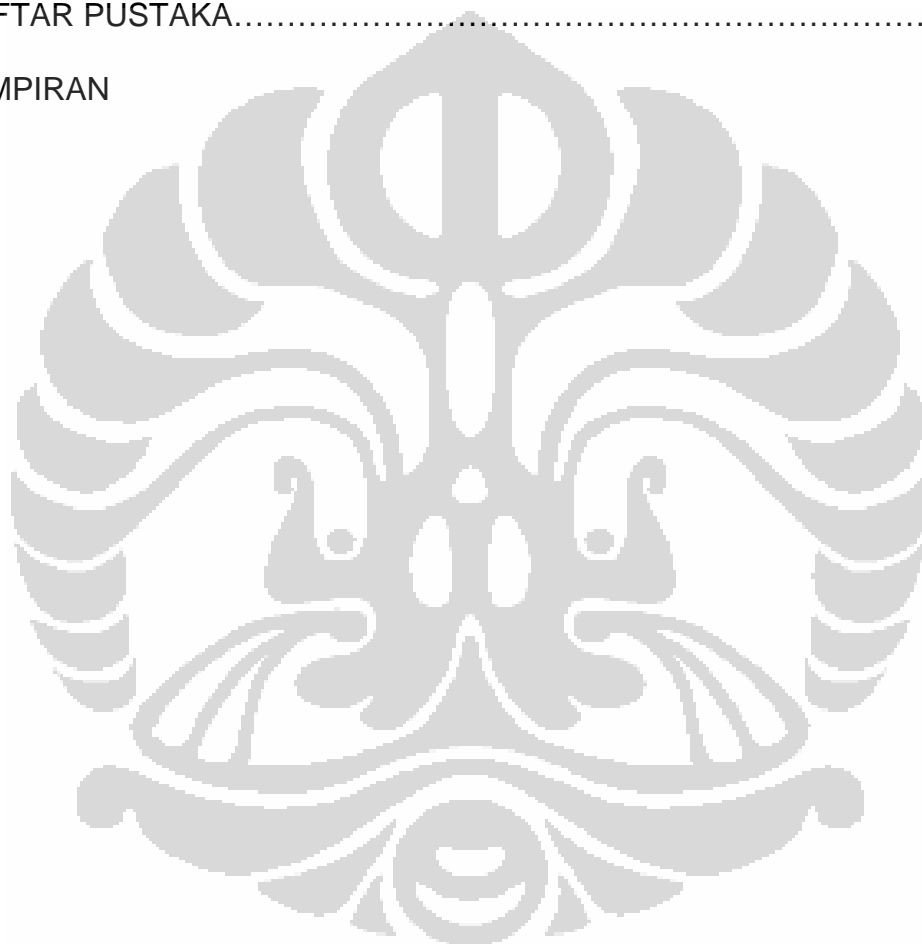
Bibliografi : 8 (1982-2005)

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan Penulisan.....	3
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Data Spasial.....	5
2.2 Asumsi Stasioner Orde Dua dan Stasioner Intrinsik.....	6
2.3 Metode Ordinary Kriging.....	8
2.3.1 Penaksir tak bias.....	9
2.3.2 Penaksir terbaik.....	10
2.4 Validasi Silang.....	15

2.4.1	Statistik Uji Q_1	16
2.4.2	Prosedur Validasi Silang.....	17
2.4.3	Pemilihan Model Semivariogram yang Terbaik.....	19
BAB III SEMIVARIOGRAM ANISOTROPIK.....		21
3.1	Semivariogram.....	21
3.1.1	Semivariogram Eksperimental.....	22
3.1.2	Pemilihan Arah.....	23
3.1.3	Pemilihan Toleransi Jarak dan Toleransi Arah.....	23
3.1.4	Model Semivariogram.....	25
3.2	Pemodelan Semivariogram Anisotropik.....	28
3.2.1	Sumbu anisotropik.....	29
3.2.2	Jarak dengan orientasi arah.....	30
3.2.4	Transformasi Jarak.....	34
BAB IV ANALISIS DATA.....		40
4.1	Data.....	40
4.2	Asumsi.....	41
4.3	Permasalahan.....	41
4.4	Pengolahan Data.....	41
4.5	Penaksiran Kandungan Cadangan Bauksit di Titik yang Tidak Tersampel.....	65

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	67
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3.1 Pemilihan arah dalam pembuatan semivariogram.....	23
3.2 Toleransi arah dan jarak.....	24
3.3 Grafik Semivariogram.....	26
3.4 Grafik Semivariogram menggunakan model <i>spherical</i>	27
3.5 Grafik Semivariogram menggunakan model <i>eksponensial</i>	27
3.6 Grafik Semivariogram menggunakan model <i>gaussian</i>	28
3.7 Diagram mawar dari berbagai arah semivariogram.....	31
3.8 Vektor jarak h dengan komponennya yaitu h_x dan h_y	31
3.9 (a) Vektor jarak h yang dapat direpresentasikan dengan vektor jarak dengan orientasi jarak, h' . (b) penjelasan secara geometris bagaimana komponen dari \bar{h}' adalah $(\cos \theta h_x + \sin \theta h_y, \cos \theta h_y - \sin \theta h_x)$	33
3.10 Komponen vektor jarak dengan orientasi jarak, h' , yang terdiri dari $h_{mayor} = \cos \theta h_y - \sin \theta h_x$ dan $h_{minor} = \cos \theta h_x + \sin \theta h_y$	34
3.11 Transformasi model semivariogram dengan range a menjadi model semivariogram dengan range 1.....	35
3.12 Diagram alir untuk mendapatkan model isotropik ekivalen.....	38
4.1 Plot data kandungan kandungan bauksit dalam koordinat utara dan timur.....	43

4.2	Plot tiga dimensi dari data kandungan cadangan bauksit	44
4.3	Plot kandungan cadangan bauksit terhadap arah sumbu X.....	44
4.4	Plot kandungan cadangan bauksit terhadap arah sumbu Y.....	45
4.5	Grafik Semivariogram Eksperimental Arah Utara-Selatan.....	46
4.6	Grafik Semivariogram Eksperimental Arah Timurlaut-Baratdaya.....	47
4.7	Grafik Semivariogram Eksperimental Arah Barat-Timur.....	47
4.8	Grafik Semivariogram Eksperimental Arah Tenggara-Baratlaut.....	48
4.9	Diagram mawar yang menunjukkan arah barat-timur sebagai arah utama semivariogram anisotropik.....	48
4.10	Sumbu mayor anisotropik yaitu pada arah barat-timur dan sumbu minor anisotropik adalah arah utara-selatan.....	49
4.11	Grafik Semivariogram model <i>spherical</i> untuk Arah Barat-Timur	50
4.12	Grafik Semivariogram model <i>spherical</i> untuk Arah Utara-Selatan.....	51
4.13	Grafik Semivariogram model <i>eksponensial</i> untuk Arah Barat-Timur...	52
4.14	Grafik Semivariogram model <i>eksponensial</i> untuk Arah Utara-Selatan	52
4.15	Grafik Semivariogram model <i>gaussian</i> untuk Arah Barat-Timur.....	53
4.16	Grafik Semivariogram model <i>gaussian</i> untuk Arah Utara-Selatan.....	53
4.17	Grafik Semivariogram isotropik ekivalen model <i>spherical</i>	55
4.18	Grafik Semivariogram isotropik ekivalen model <i>eksponensial</i>	55
4.19	Grafik Semivariogram isotropik ekivalen model <i>gaussian</i>	56
4.20	Diagram batang residual model <i>spherical</i> vs frekuensi.....	58
4.21	Diagram batang residual model <i>eksponensial</i> vs frekuensi.....	60
4.22	Diagram batang residual model <i>gaussian</i> vs frekuensi.....	62

4.23 Plot titik-titik yang tidak tersampel yang akan ditaksir..... 65



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Data Koordinat Lokasi Titik Sampel (meter) dan Kandungan Cadangan kandungan bauksit (Wmt) di Daerah Penambangan Bauksit Mempawah Kalimantan.....	41
4.2 Tabel Statistik Descriptif Data Kandungan Cadangan Bauksit.....	42
4.3 Hasil Perhitungan Semivariogram Eksperimental.....	46
4.4 Hasil validasi silang.....	57
4.5 Tabel Pengujian Kenormalan Residual Model <i>spherical</i>	58
4.6 Tabel Pengujian Kenormalan Residual Model <i>eksponensial</i>	60
4.7 Tabel Pengujian Kenormalan Residual Model <i>gaussian</i>	62
4.8 Tabel perbandingan nilai Q_1	64
4.9 Tabel hasil penaksiran kandungan cadangan bauksit di titik yang tidak tersampel.....	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.....Bukti hubungan semivariogram dengan kovariogram

Lampiran 2.....Bukti setiap peubah terregional yang memenuhi asumsi

stasioner orde dua pasti memenuhi asumsi stasioner intrinsik

Lampiran 3.....Bukti

$$\text{Var}\{\hat{Z}(s_0) - Z(s_0)\} = \text{cov}\{\hat{Z}(s_0)\hat{Z}(s_0)\} - 2\text{cov}\{\hat{Z}(s_0)Z(s_0)\} + \text{cov}\{Z(s_0)Z(s_0)\}$$

Lampiran 4.....Bukti

$$\text{Var}\{R(S_0)\} = \text{cov}\{\hat{Z}(s_0)\hat{Z}(s_0)\} - 2\text{cov}\{\hat{Z}(s_0)Z(s_0)\} + \text{cov}\{Z(s_0)Z(s_0)\}$$

$$\sigma_\varepsilon^2 = \sigma^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j C_{ij} - 2 \sum_{i=1}^n \lambda_i C_{i0}$$

Lampiran 5.....Turunan parsial pertama untuk λ_1

Lampiran 6.....Bukti $\varepsilon_k \sim N(0,1)$

Lampiran 7.....Bukti $Q_1 \sim N\left(0, \frac{1}{n-1}\right)$

Lampiran 8.....Bukti $\text{Var}\left\{\sum_{i=1}^n \lambda_i Z(s_i)\right\} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j C_{ij}$

Lampiran 9.....Bukti sifat-sifat Kovariogram

Lampiran 10...Pengujian Asumsi Stasioner Orde Dua

Lampiran 11...Bukti sifat-sifat Semivariogram

Lampiran 12...Suatu penaksir dikatakan terbaik jika mempunyai variansi

residual yang minimum