

**PERBANDINGAN SUMBERDAYA AU DAN AG ANTARA
METODE ESTIMASI *INVERSE DISTANCE* DAN *KRIGING*
PADA *VEIN* CIGUHA DAERAH PONGKOR
DI PT. ANTAM (PERSERO) TBK**

TUGAS AKHIR

Oleh :
YUDA RIHAL FIRDAUS
122.12.005



**PROGRAM STUDI EKSPLORASI TAMBANG
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
JULI 2017**

**PERBANDINGAN SUMBERDAYA AU DAN AG ANTARA
METODE ESTIMASI *INVERSE DISTANCE* DAN *KRIGING*
PADA *VEIN* CIGUHA DAERAH PONGKOR
DI PT. ANTAM (PERSERO) TBK**

TUGAS AKHIR

**YUDA RIHAL FIRDAUS
122.12.005**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Eksplorasi Tambang



**PROGRAM STUDI EKSPLORASI TAMBANG
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
JULI 2017**

PENYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : YUDA RIHAL FIRDAUS

NiM : 122.12.005

Tanda Tangan :

Tanggal : 25 Juli 2017

LEMBAR PENGESAHAN

**PERBANDINGAN SUMBERDAYA AU DAN AG ANTARA
METODE ESTIMASI *INVERSE DISTANCE* DAN *KRIGING*
PADA *VEIN* CIGUHA DAERAH PONGKOR
DI PT. ANTAM (PERSERO) TBK**

TUGAS AKHIR

**YUDA RIHAL FIRDAUS
122.12.005**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Eksplorasi Tambang

Menyetujui,
Kota Deltamas, 25 Juli 2017

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Ir. Rukmana Nugraha Adhi, DEA.
NIDN. 0404035101

Dr. Eng. Syafrizal, S.T., M.T.
NIP. 197111251998031002

Mengetahui
Ketua Program Studi Eksplorasi Tambang

Ir. Mulyono Hadiprayitno M.Sc.
NUPN. 9944000081

يَأْتِيهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا إِن تَنصُرُوا اللَّهَ يَنصُرْكُمْ وَيُثَبِّتْ أَقْدَامَكُمْ ﴿٧﴾

“Hai orang-orang yang beriman, jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya Dia (Allah) akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu.”

(Q.S. Muhammad 46 : 7)

مَنْ عَمِلَ صَالِحًا فَلِنَفْسِهِ ۖ وَمَنْ أَسَاءَ فَعَلَيْهَا ۗ وَمَا رَبُّكَ بِظَلَّامٍ لِّلْعَبِيدِ ﴿٤٦﴾

“Barangsiapa yang mengerjakan amal yang saleh Maka (pahalanya) untuk dirinya sendiri dan barangsiapa mengerjakan perbuatan jelek, Maka (dosanya) untuk dirinya sendiri; dan tidak sekalipun Tuhanmu menganiaya hamba-hambaNya.”

(Q.S. Fushilat 41 : 46)

وَمَنْ جَاهَدَ فَإِنَّمَا يُجَاهِدُ لِنَفْسِهِ ۗ إِنَّ اللَّهَ لَغَنِيٌّ عَنِ الْعَالَمِينَ ﴿٦﴾

“Dan barangsiapa yang bersungguh-sungguh, Maka Sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri. Sesungguhnya Allah benar-benar Maha Kaya (tidak memerlukan sesuatu) dari semesta alam.”

(Q.S. Al Ankabut 29 : 6)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah. Puji syukur saya panjatkan kepada Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Karena dengan rahmat-Nya lah saya dapat menyelesaikan penulisan dari penelitian tugas akhir.

Tugas akhir yang berjudul “Perbandingan Sumberdaya Au dan Ag Antara Metode Estimasi *Inverse Distance* dan *Kriging* Pada *Vein* Ciguha Daerah Pongkor Di PT. ANTAM (Persero) Tbk” ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan program sarjana strata satu di Program Studi Eksplorasi Tambang, Fakultas Teknik dan Desain, Institut Teknologi dan Sains Bandung.

Manusia adalah makhluk sosial, didalam setiap tindakan atau membuat sebuah karya pastilah banyak pihak yang ikut andil. Penulis pun di dalam setiap pengerjaan tugas akhir ini banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Penulis sampaikan syukur dan terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu di dalam penulisan tugas akhir ini, diantaranya adalah :

1. Dr. Ir. Rukmana Nugraha Adhi, DEA. dan Dr. Eng. Syafrizal, S.T., M.T. yang telah membimbing dan memberikan arahan serta pemahaman di dalam penulisan tugas akhir ini.
2. Rian Andriansyah, S.T., M.T., dan Andy Yahya A. H., S.T., M.T. yang telah memberikan arahan dalam konsep pemodelan, pemahaman geostatistik, dan pengoperasian perangkat lunak pada *personal computer*.
3. Dosen dan jajaran staf Program Studi Eskplorasi Tambang, Fakultas Teknik dan Desain, Institut Teknologi dan Sains Bandung.
4. Dwi Margianto, S.T., Mohamad Riyan Kamil, S.T., dan Fiandri Indragunawan R., S.T. dari Unit Geomin PT. ANTAM yang telah bersedia membimbing dan berdiskusi dengan penulis.
5. Orang tua khususnya Ibu (Umi Barokah), saudara, dan keluarga yang telah memberikan do’a, motivasi, serta dorongan moral kepada penulis.

6. LestariBook yang telah membantu mengorder buku yang menunjang di dalam penulisan.
7. Arif Apriyanto yang telah memberikan do'a, pelajaran hidup, dan motivasi kepada penulis.
8. Teman – teman seperjuangan di kelas Eksplorasi Tambang angkatan 2012 : Kevin, Jejen, Koswara, Putri, Ulfi, Adit, Rafieq, Acim, Sandi, Fatkul, Fauzan, Hadi, dan Reza.

Terima kasih juga kepada pihak yang membantu secara langsung maupun tidak langsung yang belum disebutkan.

Kesempurnaan hanyalah milik Allah, pastilah didalam setiap tindakan manusia memiliki kesalahan. Masih banyak kekurangan didalam penulisan Tugas Akhir ini. Kritik dan saran sangat diperlukan bagi penulis.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan pihak yang berkepentingan. Terima kasih.

Kota Deltamas, Juli 2017

Penulis

**LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yuda Rihal Firdaus
NIM : 122.12.005
Program Studi : Eksplorasi Tambang
Fakultas : Teknik dan Desain
Jenis karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **“Perbandingan Sumberdaya Au dan Ag antara Metode Estimasi *Inverse Distance* dan *Kriging* pada *Vein Ciguha* Daerah Pongkor Di PT. ANTAM (Persero) Tbk”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya untuk kepentingan akademik selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kota Deltamas

Pada tanggal : 25 Juli 2017

Yang menyatakan

(**Yuda Rihal Firdaus**)

ABSTRAK

Eksplorasi pada endapan bijih emas di daerah Pongkor dilakukan untuk membuktikan adanya cebakan, dalam hal ini geometri dan distribusi kadarnya. Diperlukan metode estimasi yang sesuai dengan kondisi geologi di daerah penelitian. Pemilihan metode estimasi yang digunakan harus sesuai dengan kondisi geologi model endapan tersebut.

Analisis statistik adalah hal yang penting sebelum diakukannya proses estimasi. Selanjutnya adalah menentukan model blok yang akan diestimasi berdasarkan tebal *vein*. Variogram yang dibuat adalah variogram tiga dimensi ke arah horizontal dan vertikal. Parameter dari variogram tersebut digunakan untuk proses estimasi.

Metode estimasi yang digunakan yaitu IDS (*Inverse Distance Square*) dan *Kriging*. Hasil estimasi dari metod IDS menghasilkan tonase metal Au: 4,97 ton Au dan tonase metal Ag: 83,91 ton Ag. Hasil estimasi dari metod *Kriging* menghasilkan tonase metal Au: 4,91 ton Au dan tonase metal Ag: 83,46 ton Ag.

Hasil estimasi dari kedua metode tersebut menunjukkan hasil yang hampir sama karena nilai dari standar deviasi juga hampir sama. Metode *Kriging* lebih baik daripada IDS karena nilai CV (*coefficient of variation*) varians estimasi *Kriging* (CV = 0,36) lebih kecil dibandingkan pada IDS (CV = 0,90).

Klasifikasi berdasarkan *Kriging Efficiency* yaitu untuk *Measured Resources* (KE > 0,5) dengan volume bijih : 206,25 m³; tonase bijih : 515,63 Kg ; kadar Au : 9,8 g/t ; kadar Ag : 141,97 g/t, *Indicated Resources* (0,3 ≤ KE < 0,5) dengan volume bijih : 7.562,12 m³; tonase bijih : 18.905,29 Kg ; kadar Au : 5,45 g/t ; kadar Ag : 93,09 g/t, *Inferred Resources* (KE > 0,3) dengan volume bijih: 531.809,22 m³; tonase bijih: 1.329.523,05 Kg ; kadar Au : 3,58 g/t ; kadar Ag : 61,41 g/t.

KATA KUNCI: Statistik data, Komposit Data, *Cutting Data*, Model Geologi, Model Blok, Variogram, Estimasi, IDS (*Inverse Distance Square*), *Kriging*, dan *Kriging Efficiency*.

ABSTRACT

Exploration of gold ore deposits in the Pongkor area is conducted to prove the existence of pebbles, in this case geometry and distribution of grades. Required estimation methods are appropriate to the geological conditions in the study area. The choice of estimation method used should be in accordance with the geological condition of the deposits model.

Statistical analysis is important before the process of estimation. Next is to determine the block model to be estimated based on the thickness of the vein. Variogram made is a three-dimensional variogram in the direction of horizontal and vertical. The parameters of the variogram are used for the estimation process.

The estimation method used is IDS (Inverse Distance Square) and Kriging. Estimation results from IDS method produce Au metal tonnage: 4.97 tonnes Au and Ag metal tonnage: 83.91 tonnes Ag. The estimation result of Kriging method produces Au: 4.91 tonnes Au and metal tonnage of Ag: 83.46 tonnes Ag.

The estimation results of both methods show almost the same result because the value of the standard deviation is also almost the same. Kriging method is better than IDS because the value of CV (coefficient of variation) Kriging estimation variance (CV = 0.36) is smaller than in IDS (CV = 0.90).

The classification based on Kriging Efficiency is for Measured Resources ($KE > 0.5$) with ore volume: 206.25 m³; Ore tonnage: 515.63 tonnes; Au grade: 9.8 ppm; Ag grade: 141.97 ppm, Indicated Resources ($0.3 \leq KE < 0.5$) with ore volume: 7,562.12 m³; Ore tonnage: 18,905,29 tonnes; Au grade: 5.45 ppm; Ag grade: 93.09 ppm, Inferred Resources ($KE > 0.3$) with ore volume: 531,809.22 m³; Ore tonnage: 1,329,523,05 tonnes; Au grade: 3.58 ppm; Ag grade: 61.41 ppm.

KEYWORDS: *Data statistics, Data composite, Data cutting, Geological model, Block model, Estimation, Variogram, IDS (Inverse Distance Square), Kriging, and Kriging Efficiency.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
PENYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	viii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	x
ABSTRAK	x
ABSTRACT.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penulisan	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2. TINJAUAN UMUM	5
2.1. Keadaan Umum Daerah Pongkor.....	5
2.1.1. Lokasi dan Kesempaan Daerah.....	5
2.1.2. Penduduk dan Sosial Budaya.....	6
2.1.3. Iklim	7
2.1.4. Topografi.....	7
2.1.5. Vegetasi.....	7
2.1.6. Flora dan Fauna.....	7
2.1.7. Hidrologi	8
2.2. Geologi Daerah Pongkor	8
2.2.1. Fisiografi daerah Pongkor dan sekitarnya.....	8
2.2.2. Stratigrafi Daerah Pongkor dan sekitarnya	10
2.2.3. Struktur Geologi Daerah Pongkor dan Sekitarnya.....	12

2.2.4.	Mineralisasi dan Alterasi Daerah Pongkor dan Sekitarnya.....	14
2.3.	Cadangan Bijih Emas di Pongkor	15
2.4.	Penambangan Bijih Emas di Pongkor	16
BAB 3.	TEORI DASAR.....	17
3.1.	Endapan Epitermal	17
3.1.1.	Definisi	17
3.1.2.	Proses Epitermal.....	18
3.2.	Analisis Dasar Statistik	21
3.2.1.	Analisis <i>Univariate</i>	21
3.2.2.	Analisis <i>Bivariate</i>	27
3.2.3.	<i>Outlier</i>	29
3.3.	Metode <i>Inverse Distance</i>	29
3.4.	Metode Geostatistik.....	31
3.4.1.	Variogram	31
3.4.2.	Isotropi dan Anisotropi	34
3.4.3.	Metode <i>Kriging</i>	35
3.4.4.	<i>Block Variance</i> dan <i>Kriging Variance</i>	36
3.4.5.	<i>Kriging Efficiency</i>	37
3.5.	Basis Data Komputer dan Konsep <i>Block Model</i>	39
3.5.1.	Basis Data Komputer	39
3.5.2.	Konsep <i>Block Model</i>	39
BAB 4.	PENGOLAHAN DATA	41
4.1.	Basis Data <i>Assay</i>	43
4.2.	Statistik Kadar dan Tebal Sampel <i>Vein (Raw Data)</i>	44
4.3.	Statistik Data Komposit.....	48
4.4.	Pemodelan	52
4.5.	Model Blok.....	56
4.6.	Variogram.....	59
4.7.	Estimasi Kadar	61
4.7.1.	<i>Inverse Distance Square</i>	61
4.7.2.	<i>Kriging</i>	62
4.8.	Estimasi dan Klasifikasi Sumberdaya	64
BAB 5.	PEMBAHASAN.....	65
5.1.	Penyusunan Data	65
5.2.	Verifikasi Data	66
5.3.	Model Blok.....	67

5.4.	Analisis Statistik.....	68
5.5.	Variogram dan Anisotropi.....	70
5.6.	Perbandingan Hasil Pengolahan Data	71
5.7.	Perbandingan Hasil Estimasi	73
5.8.	Perbandingan Hasil Estimasi antara Metode <i>Inverse Distance</i> dengan Metode <i>Kriging</i> Menurut Varians Estimasi	74
BAB 6.	KESIMPULAN	75
	DAFTAR PUSTAKA	77
	LAMPIRAN.....	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Populasi sosial budaya sekitar IUP Pongkor.....	6
Tabel 2.2 Cadangan Emas per 31 Desember 2016 PT. ANTAM.....	15
Tabel 2.3 Sumber Daya Emas per 31 Desember 2016 PT. ANTAM.....	16
Tabel 3.1 Klasifikasi Endapan Epitermal White dan Hedenquist (1995).....	20
Tabel 4.1 Tabulasi Data <i>Collar</i>	43
Tabel 4.2 Tabulasi Data <i>Assay</i>	43
Tabel 4.3 Tabulasi Data Survei Bor.....	44
Tabel 4.4 Statistik Kadar dan Tebal dari 878 Data <i>Vein</i>	45
Tabel 4.5 Statistik Data Komposit.....	49
Tabel 4.6 <i>Quantile</i> Kadar Au.....	51
Tabel 4.7 <i>Quantile</i> Kadar Ag.....	51
Tabel 4.8 Data Statistik Kadar dan Tebal setelah Dilakukan <i>Cutting</i>	52
Tabel 4.9 Batasan Koordinat Acuan Model Blok.....	56
Tabel 4.10 Parameter Variogram Kadar Au.....	60
Tabel 4.11 Parameter Variogram Kadar Ag.....	61
Tabel 4.12 Data Statistik Persebaran Estimasi Kadar Metode IDS.....	62
Tabel 4.13 Data Statistik Persebaran Estimasi Metode <i>Kriging</i>	63
Tabel 4.14 Estimasi dan Klasifikasi Sumberdaya.....	64
Tabel 5.1 Tabulasi Data Kadar Kosong dan Kolom <i>Rock 1</i>	66
Tabel 5.2 Tabulasi Data untuk Kolom <i>Length</i> Negatif.....	66
Tabel 5.3 Data Bor DH1.....	68
Tabel 5.4 Perbandingan Hasil Pengolahan Data untuk Tebal (m).....	71
Tabel 5.5 Perbandingan Hasil Pengolahan Data Kadar Au (g/t).....	72
Tabel 5.6 Perbandingan Hasil Pengolahan Data Kadar Ag (g/t).....	73
Tabel 5.7 Perbandingan Hasil Estimasi.....	74
Tabel 5.8 Statistik Varians Estimasi.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian.....	4
Gambar 2.1 Peta kesampaian daerah lokasi Pongkor, Jawa Barat.....	5
Gambar 2.2 Fisiografi Jawa Barat (Bemmelen, R.W, Van, 1949).....	8
Gambar 2.3 Zona pembagian Pegunungan Bayah (Martodjojo, 1984).....	9
Gambar 2.4 Peta Geologi daerah Pongkor.....	10
Gambar 2.5 Korelasi Stratigrafi Daerah Gunung Pongkor dengan Daerah Banten Selatan (Basuki, dkk 1992).....	12
Gambar 2.6 Peta pola struktur regional Jawa Barat berdasarkan data lapangan, data gravimetri, dan data seismik (Martodjojo, 1984).....	13
Gambar 3.1 Skema pembentukan Endapan Emas Epitermal (Corbet, 2007).....	18
Gambar 3.2 Mode, Mean, Median.....	23
Gambar 3.3 Kurva Kurtosis.....	25
Gambar 3.4 Diagram Pencar.....	28
Gambar 3.5 Estimasi <i>Inverse Distance</i>	30
Gambar 3.6 <i>Searching area</i> untuk variogram dengan <i>angle classes</i> ($\theta \pm \alpha/2$) dan <i>distance classes</i> ($h \pm \Delta h$) (David, 1977).....	33
Gambar 3.7 Komponen Variogram.....	34
Gambar 3.8 Rentang dalam kasus anisotropi.....	35
Gambar 4.1 Area Topografi.....	41
Gambar 4.2 Area Bor.....	42
Gambar 4.3 Distribusi Titik Bor.....	42
Gambar 4.4 Histogram Kadar Au dari 878 Data <i>Vein</i>	46
Gambar 4.5 Histogram Kadar Ag dari 878 Data <i>Vein</i>	47
Gambar 4.6 Histogram Tebal Sampel dari 878 Data <i>Vein</i>	48
Gambar 4.7 Histogram Kadar Au dari Data Komposit.....	50
Gambar 4.8 Histogram Kadar Ag dari Data Komposit.....	50
Gambar 4.9 <i>West-East Section</i> 9.225.....	53
Gambar 4.10 <i>West-East Section</i> 9.200.....	53
Gambar 4.11 <i>West-East Section</i> 9.175.....	53
Gambar 4.12 <i>West-East Section</i> 8.525.....	54
Gambar 4.13 <i>West-East Section</i> 8.500.....	54
Gambar 4.14 <i>West-East Section</i> 8.475.....	54
Gambar 4.15 Plan Map <i>Vein</i>	55
Gambar 4.16 Model Endapan <i>Vein</i> 3D.....	56
Gambar 4.17 Model Blok pada <i>Plane 'XY' North-South, Z = 550</i>	57
Gambar 4.18 Model Blok pada <i>Plane 'XZ' West-East, Y = 8.800</i>	57
Gambar 4.19 Model Blok pada <i>Plane 'YZ' North-South, X = 11.200</i>	58
Gambar 4.20 Model Blok Tiga Dimensi.....	58
Gambar 4.21 Variogram Arah Horizontal Kadar Au – <i>Omnidirectional</i>	59
Gambar 4.22 Variogram Arah Vertikal Kadar Au - azimuth = 0, dip = 90.....	59
Gambar 4.23 Variogram Arah Horizontal Kadar Ag – <i>Omnidirectional</i>	60
Gambar 4.24 Variogram Arah Vertikal Kadar Ag - azimuth = 0, dip = 90.....	60
Gambar 5.1 Distribusi Titik Bor di Luar Topografi.....	67
Gambar 5.2 Variogram Kadar Au Horizontal Arah yang Berbeda Menunjukkan Anisotropi.....	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Statistik <i>Raw</i> Data pada Setiap Titik Bor untuk Kadar Au.....	81
Lampiran 2: Statistik <i>Raw</i> Data pada Setiap Titik Bor untuk Kadar Ag.....	82
Lampiran 3: Statistik <i>Raw</i> Data <i>Vein</i> pada Setiap Titik Bor untuk Kadar Au.....	83
Lampiran 4: Statistik <i>Raw</i> Data <i>Vein</i> pada Setiap Titik Bor untuk Kadar Ag.....	84
Lampiran 5: Statistik Seluruh Data Tebal Sampel	85
Lampiran 6: Statistik Data Tebal <i>Vein</i>	86
Lampiran 7: Statistik Data Tebal <i>Waste</i>	87