ESTIMASI SUMBERDAYA BIJIH BESI MENGGUNAKAN METODE GEOSTATISTIK DI PT. SITASA ENERGI, DESA PULAU LAYANG, KABUPATEN MERANGIN, PROVINSI JAMBI

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat salam memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada Jurusan Teknik Pertambangan

Universitas Negeri Padang

Oleh :

Randy M. Oswara
2012.1207501

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2015

PERSETUJUAN PEMBIMBING

SKRIPSI

Judul	: Estimasi Sumberdaya Bijih Besi Dengan Mengunakan Metode Geostatisitk di PT. Sitasa Energi Desa Pulau Layang, Kabupaten Merangin, Provinsi Jambi.
Nama	: Randy M. Oswara
NIM/BP	: 1207501/2012
Program Studi	: S1 Teknik Pertambangan
Jurusan	: Teknik Pertambangan
Fakultas	: Teknik

Padang, Mei 2015

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Mulya Gusman, ST. MT
NIP. 19740808 200312 1 001

Pembimbing II

Adree Octova, S.Si. MT.
NIP. 19861028 201212 1 003

Ketua Jurusan

Drs. Bambang Heriyadi, MT
NIP. 19641114 198903 1 002

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Randy M Oswara

NIM : 1207501/2012

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Skripsi di Depan Tim Penguji

Program Studi Teknik Pertambangan

Jurusan Pertambangan

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Padang

Dengan Judul:

Estimasi Sumber Daya Bijih Besi Menggunakan Metode Geostatistik di PT. Sitasa Energi Desa Pulau Layang Kabupaten Merangin Provinsi Jambi

Padang, Mei 2015

Tim Penguji		Tanda Tangan
1. Ketua	: Mulya Gusman, ST. MT.	1.
2. Sekretaris	: Adree Octova, S.Si, MT	2.
3. Anggota	: Drs. Syamsul Bahri, MT	3.
4. Anggota	: Drs. Rusli Har, MT	4.
5. Anggota	: Heri Prabowo, ST. MT	5.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
Jl.Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131
Telp. FT: (0751)7055644,445118 Fax .7055644
Homepage: http:// ft.unp.ac.id/pertambangan E-mail : mining@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Randy. M. Oswara
NIM/TM	: 1207501 / 2012
Program Studi	: S1. TEKNIK PERTAMBANGAN
Jurusan	: Teknik Pertambangan
Fakultas	: FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul ESTIMASI SUMBERDAYA BIJIH BESI MENGGUNAKAN METODE GEOSTATISTIK DI PT. SITASA ENERGI, DESA PULAU LAYANG, KABUPATEN MERANGIN, PROVINSI JAMBI

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Drs. Bambang Heriyadi, MT
NIP. 19641114 198903 1 002

Saya yang menyatakan,

RANDY. M. OSWARA

BODATA

1. DATA DIRI

Nama Lengkap	:	Randy M. Oswara
No. Buku Pokok	:	2012 / 1207501
Tempat / Tanggal Lahir	:	Punai Merindu / 7 juli 1990
Jenis Kelamin	:	Laki – Laki
Nama Bapak	:	Mohd. Damai, S.E
Nama Ibu	:	Desapalena, S.Pdi
Jumlah Bersaudara	:	2 Orang
Alamat Tetap	:	Jln. Amal Bakti Kel. PMT Kandis Bangko, Kabupaten Merangin, Propinsi Jambi

2. DATA PENDIDIKAN

Sekolah Dasar	:	SD Negeri 2 Bangko
Sekolah Lanjutan Pertama	:	SLTP Negeri 1 Bangko
Sekolah Lanjutan Atas	:	SMA Negeri 1 Bangko
Perguruan Tinggi (D III)	:	Universitas Negeri Padang
Perguruan Tinggi (S I)	:	Universitas Negeri Padang

3. PROYEK AKHIR

Tempat Penelitian	:	PT. Sitasa Energi
Tanggal Penelitian	:	21 Oktober - 21 Desember 2015
Topik Studi Kasus	:	Estimasi Sumberdaya Bijih Besi Menggunakan Metoda Geostatistik Di PT. Sitasa Energi, Desa Pulau Layang, Kabupaten Merangin, Provinsi Jambi.
Tanggal Sidang Proyek Akhir	:	30 April 2015

Padang, Mei 2015

(Randy M. Oswara)
2012 / 1207501

RINGKASAN

PT. Sitasa Energi belum melakukan perhitungan sumberdaya secara geostatistik, perhitungan sumberdaya dilakukan menggunakan metoda *trapezoidal rules*. Metode geostatistik (kriging) berfungsi untuk menaksir atau mengestimasi kadar rata-rata dari Fe total itu sendiri pada suatu blok yang belum diketahui nilai kadarnya baik secara vertikal maupun horizontal sehingga akan diperoleh suatu model endapan berupa blok 3 (tiga) dimensi kemudian dihitung volume dan tonasenya sehingga akan menghasilkan suatu sumberdaya bijih besi berdasarkan persyaratan kualitas yang telah ditetapkan.

Berdasarkan disribusi kadar pada variogram didapat jarak spasi pemboran sebesar 45 meter, sedangkan untuk arah vertikal dilihat dari keseluruhan data kadar maka jarak pengambilan conto yang didapat sebesar 13 meter. Rata-rata penyebaran kadar *high grade* berada di ketebalan yang relative tinggi yaitu 5-10 meter. Sedangkan untuk rata-rata penyebaran kadar *Low grade* ada di ketebala 2-5 meter. Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh penyebaran kadar mengelompok pada kadar yang relatif tinggi dengan rata-rata 62.50%. diperoleh jumlah suberdaya 5.500.000 ton, denga density 5 ton/m^3. Dengan luas area estimasi 50 Ha.

Kata kunci : Bijih Besi, Kriging, *Cut Off Grade*

ABSTRACT

PT. Sitasa Energi is not calculated the resource by geostatistics method, the resource calculation is done by using the trapezoidal method rules. Geostatistics methods (kriging) serves to assess or estimate the average level of total Fe itself on a block that has not known the value of the levels are either vertically or horizontally so that it will obtain a model of sediment in the form of block 3 (three) dimensions are then calculated the volume and tonnage so that it will produce an iron ore resource based on predefined quality requirements.

Based on the variogram parameter the spacing of drills to about of 45 meters, while the vertical direction seen from the overall content of the distance retrieval of data samples obtained at 13 meters. The average spread of high grade levels are at a relatively high thickness is 5-10 meters. As for the average deployment Low grade levels in ketebala 2-5 meters. Based on research conducted obtained deployment levels clustered in relatively high levels with an average of 62.50%. obtained suberdaya number 5,500,000 tons, premises density 5 ton / m3. With an area of 50 ha area estimation.

Keywords: Iron Ore, Kriging, Cut Off Grade

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan Proyek Akhirini. Adapun Proyek Akhir ini merupakan syarat untuk menyelesaikan pendidikan S-1 Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.

Dalam proses penyelesaian proyek akhir ini, penulis banyak menemui kesulitan, hal ini dikarenakan terbatasnya kemampuan, pengalaman, serta pengetahuan penulis. Laporan ini ditulis berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan selama penelitian di PT. Sitasa Energi.

Berkat bantuan berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan ini, namun tentu saja masih terdapat kekurangan dan kelemahannya.Untuk itu kritik dan saran sangat penulisharapkan demi kesempurnaan Proyek Akhir ini. Proyek akhir ini berjudul judul “Estimasi Sumberdaya Bijih Besi Menggunakan Metoda Geostatistik Di PT. Sitasa Energi Desa Pulau Layang Kabupaten Merangin Provinsi Jambi“.

Pada kesempatan ini penulisi ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya atas fasilitas, saran, serta bimbingannya dengan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Teristimewa kepada kedua orang tua (BpkMohd. Damai, S.E dan Ibu Despalena, S.Pdi), yang telah memberikan dukungan baik secara moril maupun materi sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.

2. Bapak Mulya Gusman., ST. MT selaku Dosen Pembimbing 1, dan Bapak Adree Octova S.Si. M.T selaku pembimbing 2 Tugas Akhir.
3. Bapak Drs. Bambang Heriyadi, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Drs. RaimonKopa, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. BapakHenne, selakuKepalaTeknik Tambang PT. Sitasa Energi sekaligus sebagai pembimbing lapangan.
6. Bapak Jubaidi selaku HRD PT. Sitasa Energi.
7. Rekan-rekan Pertambangan angkatan 2012 transfer, para senior dan adik-adik tingkat.

Sebagai manusia yang tidak luput dari kesalahan dan kekhilafan, penulis menyadari Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna.Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif demi kesempurnaan Proyek Akhir ini.

Semoga Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua terutama pada penulis sendiri dan mahasiswa Teknik Pertambangan pada Khususnya. Amin

Padang, Mei 2015

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**

BAB I PENDAHULUAN

A. LatarBelakang 1
B. IdentifikasiMasalah 3
C. PembatasanMasalah 4
D. PerumusanMasalah 4
E. TujuanPenelitian 5
F. ManfaatPenelitian 5

BAB II LANDASAN TEORI

A. GanesaBijihBesi 6
B. KlasifikasiSumberdayadanCadangan 7
C. AnalisisStatistik 8
   1. Univarian 8
   2. Bivarian 11
   3. StatistikSpasial 12
D. PemodelandanEstimasiCadangan 26

BABIII METODOLOGI PENELITIAN

A. Daerah Penelitian 29
   1. Lokasi dan Perizinan 29
   2. LetakAdministratif 30
   3. Kesampaian Daerah 31

B. KondisiUmum 31
C. Geologi Regional Daerah Penelitian 33
D. TeknikPengambilan Data 35
E. TeknikPengolahan Data 35
1. Basis Data Assay 32
2. Import Data danInterpolasi Kadar 36
3. AnalisisStatistik 37
4. VariogramEksperimentaldan Fitting 38
5. EstimasiDenganKriging 39
F. TeknikInterpretasi Data 44

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
A. Basis Data Assay 46
B. Analisis Statistik 47
C. Analisis Geostatistik 55
D. Koreksi Model Hasil Metode Kriging 64
E. Perhitungan Cadangan/sumberdaya 65

BAB V PENUTUP
A. Kesimpulan 74
B. Saran 75

DAFTAR PUSATAKA 76

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1.	KlasifikasiSumberdaya.....	7
Gambar 2.	Diagram Pencar	12
Gambar 3.	Model Semivariogram.....	14
Gambar 4	Model Spherical	15
Gambar 5.	Model Eksponensial	16
Gambar 6.	Model Gaussian.....	17
Gambar 7.	Model Semivariogram Teoritis	17
Gambar 8.	Pencaran Data Kadar.....	21
Gambar 9.	Peta Kesampaian Daerah.....	31
Gambar 10.	Peta Geologi	33
Gambar 11.	Peta Topografi dan Penyebaran Titik Bor.....	36
Gambar 12.	Susunan Penulisan Data	39
Gambar 13.	Ilustrasi Search Ellipsoid.....	43
Gambar 14.	Diagram Alir Penelitian.....	45
Gambar 15.	Distribusi Statistik Kadar Fe	48
Gambar 16.	Distribusi Statistik Kadar S	49
Gambar 17.	Scatter Plot Fe dan S	50
Gambar 18.	Probability Plot.....	51
Gambar 19.	Distribusi Statistik kadar Fe	52

Gambar 20. Distribusi Statistik Kadar S 54
Gambar 21. Variogram Model 3D Fe 57
Gambar 22. Variogram Model Vertikal Fe 57
Gambar 23. Variogram Model 3D S 59
Gambar 24. Variogram Model 3D S 59
Gambar 25. Penyebaran Titik Bor..... 66
Gambar 26. Kriging Blok 3D Fe SebelumKoreksi 67
Gambar 27. Kriging Blok 3D Fe setelah koreksi 67
Gambar 28. Kriging Blok 3D S SebelumKoreksi 68
Gambar 29. Kriging Blok 3D S setelah koreksi 69
Gambar 30. Peta Isopach..... 72
Gambar 31. Peta Isokadar 73

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.	Hasil Analisis Kimia	37
Tabel 2.	Hasil Analisis Univarian Fe	48
Tabel 3.	Hasil Analisis Univarian S	52
Tabel 4.	Parameter Variogram Eksperimental	56
Tabel 5.	Nilai Parameter Variogram Fe	58
Tabel 6.	Nilai Parameter Variogram S	60
Tabel 7.	Persyaratan Kualitas	70
Tabel 8.	Tabulasi Cadangan	71

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan bahan baku biji besi untuk membuat baja di Indonesia terutama oleh industry strategis nasional PT. Krakatau Steel, hampir seluruhnya masih diimpor dari negara lain berupa pellet dalam jumlah yang cukup besar. Hal ini Karena spesifikasi biji besi yang ada di Indonesia masih dianggap belum cocok untuk digunakan sebagai bahan baku bagi industri besi baja nasional. Kondisi ini mengakibatkan berkurangnya devisa negara dan kurang kokohnya fundamental industri baja karena besarnya ketergantungan bahan baku impor.

Biji besi dari tambang biasanya masih bercampur dengan pasir, tanah liat dan batu-batuan lainnya. Besi sendiri biasanya didapatkan dalam bentuk magnetit (Fe_3O_4), hematit (Fe_2O_3), goethit, limonit atau siderit. Bijih besi biasanya kaya akan besi oksida dan beragam dalam hal warna, dari kelabu tua, kuning muda, ungu tua, hingga merah karat.

Bijih besi merupakan sumberdaya yang tidak dapat diperbaharui sedangkan penggunaan besi secara eksponensial terus dilakukan, keadaan ini akan membuat cadangan bijih besi akan semakin berkurang apabila tidak ada pengembangan lebih lajut. Oleh karena itu, investor tambang perlu menganalisa lagi penyebaran wilayah IUP nya secara selektif guna memperoleh estimasi cadangan yang matang dan analisis cost nya pun sesuai target produksi yang diharapkan.

Untuk mengontrol suatu kualitas endapan dan perencanaan desain tambang hubungan distribusi spasial sangatlah penting untuk diketahui. Pada pengerjaan skripsi ini akan dilakukan estimasi cadangan kualitas bijih besi di PT. Sitasa Energi. Saat ini PT. Sitasa Energi masih melakukan penambangan biji besi dan kegiatan penambangan yang dilakukan sangat bergantung pada hasil analisis pemboran yang berkelanjutan. Sehingga untuk mengetahui jumlah cadangan total dan merencanakan desain penambangan secara kontinu sangatlah sulit. Dalam suatu industri pertambangan penaksiran cadangan merupakan suatu bagian yang sangat penting salah satunya adalah untuk menentukan perencanaan, umur tambang dan lain-lain.

Untuk penaksiran sumberdaya belum dilakukan secara geostatistik, dengan menggunakan data pemboran awal sejumlah 21 titik bor kemudian dihitung dengan *grid volume* dengan metoda *trapezoidal rules* diperolehlah jumlah sumberdayanya. Berdasarkan jumlah bore dan metoda yang digunakan belum dapat mengambarkan secara detail jumlah sumberdaya dengan blok-blok penambangan yang tepat sesuai *cut off grade* kadar yang diharapkan. Pemodelan dan penaksiran cadangan bertujuan untuk menggambarkan karakteristik geometri dan kadar suatu endapan bahan galian dan penerapan metode penambangan yang akan dilakukan.

Salah satu penaksiran sumberdaya dilakukan dengan motoda geostatistik (kriging). Metode kriging berfungsi untuk menaksir atau mengestimasi kadar

rata-rata dari Fe total itu sendiri pada suatu blok yang belum diketahui nilai kadarnya baik secara vertikal maupun horizontal sehingga akan diperoleh suatu model endapan berupa blok 3 (tiga) dimensi. Parameter estimasi terdiri dari variabel kadar Fe total dan sulfur total. Blok model yang dibuat berdasarkan metode kriging akan dihitung volume dan tonasenya sehingga akan menghasilkan suatu cadangan bijih besi berdasarkan persyaratan kualitas yang telah ditetapkan.

Berdasarkan penjabaran masalah di atas penulis mengangkat judul mengenai "Estimasi Sumberdaya Bijih Besi Menggunakan Metoda Geostatistik"

B. Identifikasi Masalah

1. Belum dilakukannya analisis perhitungan secara geostatistik.
2. Belum diketahuinya blok-blok penambangan yang memenuhi persyaratan *cut off grade*.
3. Jumlah titik bor awal yang digunakan dalam penaksiran sumberdaya masih sedikit, sehingga kesulitan untuk mengambarkan model bijih secara tepat.
4. Spasi pemboran yang tepat untuk mengambarkan penyebaran kualitas dan model dari endapan belum diketahui.

C. Pembatasan Masalah

Batasan masalah yang ditentukan dalam kegiatan penelitian ini adalah:

1. Lokasi yang menjadi tempat penelitian adalah PT. Sitasa Energi.
2. Data-data yang digunakan dalam penelitian adalah data yang berupa lokasi titik bor (koordinat) dan kadar pada masing – masing parameter kualitas pada titik bor.
3. Pemodelan kualitas secara 3 (tiga) dimensi dilakukan terhadap kadar Fe total yang terdapat dalam bijih besi.
4. Estimasi kadar dilakukan pada setiap blok yang berukuran 10x10x10 meter.
5. Esrimasi Sumberdaya berdasarkan *Cut Off Grade*

D. Perumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang mendasari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model penyebaran bijih di PT. Sitasa Energi
2. Bagaimana penyebaran kadar Fe dan S
3. Berapa jumlah cadangan bijih besi yang memenuhi persyaratan kualitas Fe dan S berdasarkan *Cut Off Grade*
4. Bagaimana rencana eksplorasi selanjutnya berdasarkan analisis geostatistik

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari studi kasus ini adalah :

1. Mengetahui penyebaran bijih besi secara 3 (tiga) demensi
2. Untuk mengetahui penyebaran kadar Fe dan S
3. Mengetahui jumlah cadangan bijih besi yag memenuhi persyaratan berdasarkan batasan *Cut Off Grade*
4. Mengevaluasi serta memberikan panduan dimensi, arah dan spasi yang sesuai untuk kegiatan eksplorasi selanjutnya berdasarkan analisis geostatistik

F. Manfaat Penelitian

1. Menambah referensi tersendiri untuk kampus mengenai estimasi sumberdaya bijih besi menggunakan metoda geostatistik
2. Menambah pengetahuan dan juga pengalaman bagi penulis dalam melakukan pengestimasian sumberdaya bijih besi
3. Penaksiran kadar dalam metode geostatistik yang menggambarkan teknik krigging diharapkan dapat memberikan gambaran penyebaran kekayaan blok yang lebih jelas sehingga dalam perencanaan kemajuan batas endapan bias ditentukan dengan baik serta disesuaikan dengan mutu cadangan (batas kadar) dan produk yang diharapkan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Terjadinya model anisotropi geometri yaitu dalam kedua arah baik horizontal dengan omnidirectional maupun vertikal diperoleh nilai sill yang sama yakni 14,30 dengan range yang berdeda- beda dalam ke dua arah, a = 45 meter pada arah horizontal dan a = 13 meter pada arah vertikal. variogram kadar Fe memiliki *persentase nugget effect* sebesar 87,41% arah horizontal dan untuk arah vertikal sebaesar 16,08 %.
2. terjadinya model anisotropi geometri yaitu dalam kedua arah baik horizontal dengan omnidirectional maupun vertikal diperoleh nilai sill yang sama yakni 0,00018 dengan range yang berdeda- beda dalam ke dua arah, a = 45 meter pada arah horizontal dan a = 13 meter pada arah vertikal. variogram kadar Sulfur memiliki *persentase nugget effect* sebesar 77.78 %, dan untuk arah vertikal sebaesar 0.00 %.
3. Berdasarkan data yang ada menunjukkan bahwa jarak spasi pemboran yang di lakukan di lokasi penelitian rata-rata 15 meter dimana jarak ini lebih kecil dari *range* yang di dapatkan dari hasil analisis variogram. Untuk mendapatkan data kadar yang mempunyai korelasi spasial dan karakteristik

yang sama, maka berdasarkan disribusi kadar pada variogram didapat jarak spasi pemboran sebesar 45 meter, sedangkan untuk arah vertikal dilihat dari keseluruhan data kadar maka jarak pengambilan conto yang didapat sebesar 13 meter.

4. Dari peta *isopach* dan *isograde* diatas dapat dilihat rata-rata penyebaran kadar *high grade* berada di ketebalan yang relative tinggi yaitu 5-10 meter. Sedangkan untuk rata-rata penyebaran kadar *Low grade* ada di ketebala 2-5 meter.
5. Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh penyebaran kadar mengelompok pada kadar yang relatif tinggi dengan rata-rata 62.50%. diperoleh jumlah suberdaya 5.500.000 ton, denga density 5 ton/m^3. Dengan luas area estimasi 50 Ha.

B. Saran

Adapun saran-saran yang perlu dipertimbangkan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan antara lain:

1. Dari hasil estimasi sumberdaya yang didapat diharapkan bisa menjadi masukan di perusahaan untuk menggunakan Metode Kriging dalam pengestimasian sumberdaya, karena berhubungan erat dengan lamanya umur tambang.
2. Untuk kedepannnya pemodelan cadangan bijih besi perlu dilakukan. Hal ini dapat dilakukan dengan metode *indicator kriging*.

DAFTAR PUSTAKA

Amstrong, margaret “Basic Linear Geostatistics”,Berlin, Germany. 1998.

BSN.1999.*KlasifikasiSumberdayadanCadangan Batubara*.SNI.

DediYulhendra&YosziMingsiAnaperta., 2013: *EstimasiSumberdaya Batubara denganMenggunakanGeostatistik (Kriging)*. JurnalTeknologiInformasi&Pendidikan, TeknikPertambangan. FT-UNP

Fiedrich,wilhelm “*Statistical Evalution In Exploration For Mineral Deposit*”, Hanover, Germany. 1989.

J.H. Reedman Bsc, M.Phil, MIM, M, “*Techniques In Mineral Exploration*” Narunla Exploration Compani Ltd, Einnipe, Canada.

JORC CODE. 2012. *Australian code for reporting of exploration result, mineral resources, and ore reserves.*

MulyaGusman. 2009, *EstimasiSumberdayaBatugamping, denganMetodeKriging Blok 3 Dimensi*.Tesis

William C. Peters, “*Exploration and Mining Geology*”, by John Willey and Sons 1987.