

TESIS

**ESTIMASI VOLUME ENDAPAN BATUBARA
BERDASARKAN BATAS TAMBANG
MENGUNAKAN FEM DAN IDW PADA WIUP
PT TEBO AGUNG INTERNATIONAL DI BLOCK
PT NATURAL ARTHA RESOURCE**



Oleh :

DESMAWITA

03042621923001

**BKU PENGELOLAAN SUMBERDAYA BUMI
PRODI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN
PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

TESIS

ESTIMASI VOLUME ENDAPAN BATUBARA BERDASARKAN BATAS TAMBANG MENGUNAKAN FEM DAN IDW PADA WIUP PT TEBO AGUNG INTERNATIONAL DI BLOCK PT NATURAL ARTHA RESOURCE

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Magister
Teknik Pertambangan Pada Program Pascasarjana Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



Oleh :

DESMAWITA
03042621923001

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S.
Dr. Eng. Azhar Kholiq Affandi, M.S.

BKU PENGELOLAAN SUMBERDAYA BUMI
PRODI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN
PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

HALAMAN PENGESAHAN

ESTIMASI VOLUME ENDAPAN BATUBARA BERDASARKAN BATAS TAMBANG MENGGUNAKAN FEM DAN IDW PADA WIUP PT TEBO AGUNG INTERNATIONAL DI BLOCK PT NATURAL ARTHA RESOURCE

TESIS

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

DESMAWITA
03042621923001

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S.
NIP. 196211221991021001

Palembang, Agustus 2020
Pembimbing II



Dr. Eng. Azhar Kholiq Affandi, M.S.
NIP. 196109151989031003

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik



Prof. Ir. Subriver Nasir, MS., Ph.D
NIP. 196009091987031004

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis dengan judul “Estimasi Volume Endapan Batubara Berdasarkan Batas Tambang Menggunakan FEM Dan IDW Pada WIUP PT Tebo Agung International di *Block* PT Natural Artha Resource” telah dipertahankan di hadapan Panitia Sidang Ujian Karya tulis ilmiah berupa Tesis Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 13 Bulan Agustus Tahun 2020 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai dengan masukan Panitia Sidang Ujian Karya tulis ilmiah berupa Tesis Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Palembang, Agustus 2020

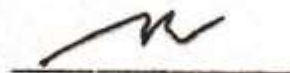
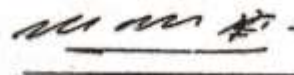
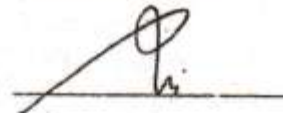
Koordinator :

1. Dr. Hj. Rr. Harminuke EH, S.T, M.T.
NIP 196902091997032001



Anggota:

1. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S.
NIP. 196211221991021001
2. Dr. Eng. Azhar Kholiq Affandi. M.S.
NIP. 196109151989031003
3. Dr. Ir. Restu Juniah, MT., IPM.
NIP. 196706271994022001
4. Prof. DR. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA.
NIP. 195909251988111001
5. DR. Ir. H. Maulana Yusuf, MS. MT
NIP. 195909251988111001



Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik



Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D
NIP. 196609091987031004

Koordinator Program Studi
Magister Teknik Pertambangan



Dr. Hj. Rr. Harminuke EH, S.T, M.T.
NIP 196902091997032001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Desmawita

NIM : 03042621923001

Judul : Estimasi Volume Endapan Batubara Berdasarkan Batas Tambang Menggunakan FEM Dan IDW pada WIUP PT Tebo Agung International di *Block* PT Natural Artha Resource.

Menyatakan bahwa laporan tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Agustus 2020



Desmawita

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Desmawita

NIM : 03042621923001

Judul : Estimasi Volume Endapan Batubara Berdasarkan Batas Tambang Menggunakan FEM Dan IDW pada WIUP PT Tebo Agung International di *Block* PT Natural Artha Resource.

Memberikan izin kepada Tim Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Saya setuju untuk menempatkan Tim Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Agustus 2020



Desmawita
03042621923001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH Subhanallahu Wa ta'ala berkat Rahmat dan karuniaNya lah tesis ini bisa diselesaikan dengan baik. Tesis ini ditulis dalam rangka memenuhi syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Pertambangan Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya.

Judul tesis ini adalah: "Estimasi Volume Endapan Batubara Berdasarkan Batas Tambang Menggunakan *Finite Element Method* dan *Inverse Distance Weighted* pada WIUP PT Tebo Agung International di *Block* PT Natural Artha Resource". Penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S. sebagai pembimbing 1, yang telah meluangkan waktunya memberikan bimbingan, dorongan, dan saran kepada penulis.
2. Bapak Dr. Eng. Azhar Kholiq Affandi. M.S. sebagai pembimbing 2, yang telah meluangkan waktunya memberikan bimbingan, dorongan, dan saran kepada penulis.
3. Bapak Prof. DR. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA dan Bapak DR. Ir. H. Maulana Yusuf, MS. MT serta Ibu Dr. Ir. Restu Juniah, MT., IPM. sebagai tim penguji.
4. Ibu Dr. Hj. Rr. Harminuke EH, S.T, M.T. sebagai ketua sidang tesis dan Koordinator Program Studi Magister Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Bapak dan Ibu staf pengajar Program Studi Magister Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Danar Hadi, ST, selaku staf administrasi Program Studi Magister Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

8. Bapak Palti R Hutagaol, ST selaku project manager PT Natural Artha Resource.
9. Bapak Muzir, ST selaku *mine plan* PT Natural Artha Resource.
10. Seluruh karyawan dan karyawan PT Natural Artha Resource yang telah membantu penulis dalam pengambilan data tesis.
11. Kepada kedua orang tua, abak (Danibar, almarhum) dan Ibu (Rafni, almarhumah) atas cinta kasih dan selalu mensupport yang tak terhingga untuk anakmu selama ini.
12. Uni Wati tercinta dan seluruh keluarga yang selalu memberikan support, dan dorongan kepada penulis.
13. Rekan saya Marliantoni, ST yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tesis.
14. Kepada teman-teman mahasiswa/i magister teknik pertambangan, rekan-rekan kerja dan sahabat-sahabat saya yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dalam penulisan karya ilmiah penulis menyadari masih banyak kekurangan, sehingga masukan, saran dan kritikan diharapkan untuk penyempurnaan laporan karya ilmiah ini. Penulis berharap semoga karya ilmiah ini dapat memberi manfaat khususnya bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Palembang, Agustus 2020

Penulis

RINGKASAN

BKU PENGELOLAAN SUMBERDAYA BUMI
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN
PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, Agustus 2020

Desmawita; dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S. dan Dr. Eng. Azhar Kholiq Affandi. M.S.

ESTIMASI VOLUME ENDAPAN BATUBARA BERDASARKAN BATAS
TAMBANG MENGGUNAKAN FEM DAN IDW PADA WIUP PT TEBO
AGUNG INTERNATIONAL DI BLOCK PT NATURAL ARTHA RESOURCE

xiv + 100 halaman, 14 tabel, 12 gambar, 12 lampiran

RINGKASAN

PT Natural Artha Resource merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang pertambangan batubara yang berada pada WIUP PT Tebo Agung International di Desa Semambu, Kecamatan Sumay, Kabupaten Tebo, Propinsi Jambi. Berdasarkan SK Bupati Tebo tanggal 10 Maret 2010 PT Tebo Agung International merupakan pemegang izin IUP Eksplorasi Nomor: 124 / ESDM / Tahun 2010. Besarnya jumlah sumberdaya pada WIUP PT TAI sehingga diperlukan perhitungan volume batubara yang lebih akurat dengan menggunakan pemodelan secara matematis. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh estimasi cadangan batubara di *block* PT NAR yang berada pada WIUP PT TAI dengan metode interpolasi ketebalan batubara terbaik antara *finite element method* dan metode *inverse distance weighted* berdasarkan *root mean square error*. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif yang mana dalam penelitian ini menggunakan analisis angka-angka yang sistematis, terstruktur, tersusun dari awal hingga akhir penelitian sehingga diperoleh hasil sesuai tujuan penelitian.

Penelitian ini menggunakan data bor sebanyak 31 sumur eksplorasi memiliki 2 *seam* batubara yang mana ketebalan masing berkisar *seam* A ketebalan antara 0,51 – 2,90 m, *seam* E ketebalan antara 5,84 - 7,43 m yang terbagi menjadi *seam* E1 dengan tebal 1,70 – 3,60 m dan *seam* E2 tebal 2,18 – 5,18 m dengan golongan batubara kualitas rendah ,rentang kalori rata-rata, *seam*-A : 4.698 – 5.393 cal/gr dan *seam*-E : 5.460 – 5.687 cal/gr. Nilai ketebalan setiap *seam* batubara hasil pengukuran digunakan untuk memperoleh nilai prediksi batubara, yang dilakukan dengan dua metode yaitu *finite element method* dan *inverse distance weighted* menggunakan *power* 1, 2 dan 3 dengan radius 500 meter. Penelitian ini menggunakan 31 data jumlah data maksimum pada setiap *seam* adalah *seam* A:

23 data, *seam* E: 21 data, *seam* E1 dan E2: 7 data. Hasil prediksi batubara menggunakan FEM setiap *seam* berkisara: *seam* A 0,36-2,74 meter, *seam* E 5,85-7,40 meter, *seam* E1 1,72-3,58, *seam* E2 2,27-5,20. Perhitungan ketebalan setiap *seam* batubara diperoleh nilai RMSE menggunakan FEM 0,19, nilai RMSE IDW *power* 1 0,20, IDW *power* 2 0,19, IDW *power* 3 0,15 berdasarkan perhitungan RMSE kedua metode diperoleh nilai terkecil pada nilai RMSE IDW *power* 3 yaitu 0,15.

Berdasarkan perhitungan RMSE IDW *power* 3 diperoleh perhitungan menggunakan perangkat lunak sumberdaya terindikasi sebesar 16.542.367,64 ton dengan jumlah *overburden* 11.685.280,09 BCM, *interburden* 9.516.758,28 BCM diperoleh SR pada sumberdaya terindikasi adalah sebesar 8:1. Sumberdaya terukur sebesar 25.414.987,09 ton dengan jumlah *overburden* 148.823.453,13 BCM, *interburden* 29.297.488,43 diperoleh SR pada sumberdaya terukur adalah sebesar 7:1. Berdasarkan luas *block* PT NAR 74,91 hektar perhitungan cadangan yang diperoleh oleh PT NAR sebesar 15 juta ton dengan SR 3:1, dengan menggunakan FEM saja dalam estimasi cadangan. Peneliti menggunakan 2 metode untuk perbandingan dalam pemilihan estimasi cadangan menggunakan FEM dan IDW yang diperoleh metode IDW *power* 3 dari hasil perhitungan nilai RMSE terkecil yaitu 0,15 sehingga di peroleh luas batas penambangannya 20,44 hektar dengan *single slop low wall* 30⁰ dan *high wall* 45⁰, dengan cadangan batubara sebesar 1.640.180,10 ton dengan *overburden* 6.960.892,14 BCM dan *interburden* 491.320,88 BCM maka diperoleh SR sebesar 4,5:1.

Kata Kunci : Prediksi ketebalan, RMSE, cadangan, batubara, FEM, IDW
Kepustakaan : 19 (2003-2019)

SUMMARY

BKU PENGELOLAAN SUMBERDAYA BUMI
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN
PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Scientific papers in the form of thesis, August 2020

Desmawita; supervised by Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S. and Dr. Eng. Azhar Kholiq Affandi. M.S.

ESTIMATED OF COAL DEPOSITS VOLUME BASED OF PIT MINING BOUNDARY USING FEM AND IDW METHOD AT PT TEBO AGUNG INTERNATIONAL WIUP IN PT NATURAL ARTHA RESOURCE BLOCK.

xiv + 100 pages, 14 tables, 12 images, 12 attachments

SUMMARY

PT Natural Artha Resource (NAR) is a Tebo Regency Based Company which focus in Coal Mining Under PT Tebo Agung International's (TAI) WIUP in Tebo Province. Based on Tebo's Regent Decree on March 10th 2010, PT Tebo Agung International is the holder of Exploration Permit Number: 124/ESDM/2010. The amount of resources in permitted exploration area of PT TAI were still uncalculated, hence an accurate mathematical modelling calculation of coal volume is immensely compulsory. The purpose of this study is to obtain coal reserves estimation in the PT NAR's block, which exist on the WIUP of PT TAI, which the best coal thickness obtained using interpolation method between the finite element method and the inverse distance weighted method based on the root mean square error. The method used in this research is a quantitative method which through a systematic, structured, structured analysis of numbers from the beginning to the end of the study in order to obtain the results according to the research objectives.

This study uses drilling's data on 31 exploration wells with 2 coal *seams*, that is to say: *seam* A 0.51-2.9 meters thick, E *seam* 5.84-7.43 meters: E1 *seam* 1.7-3.6 meters, and E2 *seam* 2.18-5.18 with low quality coal. With each of *seam*-A, and *seam*-E has average calorie range of 4,698 – 5,393 cal/gr, and 5,460 – 5,687 cal/gr respectively. The thickness value of each coal *seam* measurement results is used to obtain the predicted value of coal, which carried through implementing two methods namely, the Finite element method and the inverse distance weighted using power 1, 2 and 3 with a radius of 500 meters. This study uses 31 data, the

maximum amount of data for each of *seam* is *seam* A: 23 data, *seam* E: 21 data, *seam* E1 and E2: 7 data. The results of coal prediction using FEM for each *seam* have a range: *seam* A 0.36-2.74 meters, *seam* E 5.85-7.40 meters, *seam* E1 1.72-3.58, *seam* E2 2.27-5.20. The thickness calculation of each coal's *seams* obtained the RMSE value using FEM 0.19, RMSE IDW power value 1 0.20, IDW power 2 0.19, IDW power 3 0.15 based on the RMSE calculation of the two methods obtained the smallest value at the RMSE IDW power value 3 that is 0.15.

Based on the calculation of RMSE IDW power 3, the calculation using the indicated resource software is 16,542,367.64 tons with the amount of overburden 11,685,280.09 BCM, interburden 9,516,758.28 BCM, the SR of indicated resources is 8:1. Measured resource of 25,414,987.09 tons with total overburden of 148,823,453.13 BCM, interburden of 29,297,488.43, the SR of measured resource is 7:1. Based on the block area of PT NAR 74.91 hectares of reserve calculation obtained by PT NAR of 15 million tonnes with SR 3:1, using FEM alone in the estimated reserves. Researchers used 2 methods for comparison in the selection of reserve estimates using FEM and IDW obtained by the IDW power 3 method from the calculation of the smallest RMSE value, namely 0.15 so that the mining boundary area was 20.44 hectares with single slop low wall 30⁰ and high wall 45⁰, with coal reserves of 1,640,180.10 tons with overburden of 6,960,892.14 BCM and interburden of 491,320.88 BCM, hence the SR of 4.5:1 is obtained.

Keyword : Thickness prediction, RMSE, reserves, coal, FEM, IDW
Literature : 19 (2003-2019)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
KATA PENGANTAR	vi
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Batubara	5
2.1.1. Ketebalan Lapisan Batubara (<i>Seam Thickness</i>)	7
2.1.2. Batas Penambangan (<i>Pit Limit</i>)	8
2.2. Klasifikasi Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 5015, 2011) ...	9
2.2.1. Sumberdaya dan Cadangan Batubara	9
2.2.2. Tipe Endapan Batubara dan Kondisi Geologi	11
2.3. Pemodelan Endapan Batubara.....	13
2.3.1. Pemodelan Endapan Batubara Dengan <i>Finite Element Method</i> (FEM).....	14
2.3.2. Permodelan Endapan Batubara Dengan Metode <i>Inverse Distance</i> <i>Weighted</i> (IDW)	19
2.4. Uji Statistik	20
2.4.1. <i>Root Mean Square Error</i>	20
2.4.2. Determinan Korelasi Ganda	21
2.4.3. Uji Korelasi Parsial (<i>Partial Correlation</i>).....	22
2.5. Stripping Ratio (SR).....	23
2.6. Kerangka Berfikir Penelitian.....	24

2.7. Kemutakhiran (<i>State Of The Art</i>) dan Posisi Penelitian.....	25
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1. Jenis Penelitian.....	27
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	27
3.3. Teknik Pengumpulan Data.....	28
3.4. Teknik Pengolahan Data	29
3.5. Teknik Analisis Data.....	31
3.6. Hasil dan Rekomendasi.....	31
3.7. Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Geologi dan Keadaan Endapan Lokasi Penelitian	33
4.1.1. Geologi Regional.....	33
4.1.2. Stratigrafi Regional.....	33
4.1.3. Struktur Geologi Regional.....	34
4.1.4. Geologi Daerah Penelitian.....	35
4.2. Keadaan Endapan Batubara	37
4.2.1. Kualitas Batubara.....	37
4.2.2. Ketebalan Endapan Lapisan Seam Batubara Daerah Penelitian.....	37
4.3. Prediksi Ketebalan Endapan Batubara Daerah Penelitian	40
4.3.1. Prediksi Ketebalan Endapan Batubara Menggunakan <i>Finite Element Method</i>	40
4.3.2. Prediksi Ketebalan Endapan Batubara Menggunakan Metode <i>Inverse Distance Weighted</i>	41
4.4. Uji Statistik	41
4.4.1. <i>Root Mean Square Error</i>	41
4.4.2. Determinan Korelasi Ganda Hasil Pengukuran terhadap Hasil Prediksi	42
4.4.3 Uji Korelasi Parsial antara Tebal Batubara Prediksi terhadap Tebal Batubara Pengukuran	43
4.5. Sumberdaya Pada PT Tebo Agung International.....	45
4.6. Cadangan Batubara Pada Block PT Natural Artha Resource	45
BAB 5 PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	49
5.2. Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1	Persyaratan Kuantitatif Ketebalan Lapisan Batubara dan Lapisan Pengotor	7
Tabel 2.2	Jarak Titik Informasi Menurut Kondisi Geologi.....	12
Tabel 3.1	Waktu Penelitian	28
Tabel 4.1	Stratigrafi Regional Cekungan Sumatra Selatan	34
Tabel 4.2	Ketebalan Endapan Lapisan Batubara Seam A.....	38
Tabel 4.3	Ketebalan Endapan Lapisan Batubara Seam E	39
Tabel 4.4	Ketebalan Endapan Lapisan Batubara Seam E1	39
Tabel 4.5	Ketebalan Endapan Lapisan Batubara Seam E2	40
Tabel 4.6	RMSE <i>Finite Element Method</i>	41
Tabel 4.7	RMSE Menggunakan Metode <i>Inverse Distance Weighted</i>	42
Tabel 4.8	Determinan Korelasi Ganda Tebal Batubara Prediksi terhadap Tebal Batubara Pengukuran	43
Tabel 4.9	Uji Korelasi Parsial antara Tebal Batubara Prediksi terhadap Tebal Batubara Pengukuran	43
Tabel 4.10	Sumberdaya Pada PT Tebo Agung International	45
Tabel 4.11	Cadangan Batubara Pada Block PT Natural Artha Resource.....	46

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Hubungan Sumberdaya dan Cadangan Batubara	11
Gambar 2.2 Evaluasi Pendekatan Luas Lingkaran	15
Gambar 2.3 Diskritisasi Layout Segitiga Untuk Elemen Hingga.....	15
Gambar 2.4 Luas Elemen Segitiga Dengan Fungsi Basis Orde Tiga.....	16
Gambar 2.5 Contoh Tiga Titik Bor	17
Gambar 2.6 Kerangka Berfikir Penelitian	24
Gambar 2.7 Kemutakhiran (<i>State Of The Art</i>) Penelitian.....	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengolahan Data.....	30
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian	32
Gambar 4.1 Stratigrafi Batubara Wilayah IUP PT TAI (PT NAR).....	36
Gambar 4.2 Gambar Grafik Perbandingan Cadangan	46
Gambar 4.3 Gambar Sebaran Batubara PT NAR	47

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

LAMPIRAN A	Peta Geologi Wilayah IUP PT Tebo Agung International	52
LAMPIRAN B	Peta Wilayah IUP PT Tebo Agung International	53
LAMPIRAN C	Peta Titik Bor PT Tebo Agung International	54
LAMPIRAN D	<i>Root Mean Square Error Finite Element Method</i>	55
LAMPIRAN E	<i>Root Mean Square Error Inverse Distance Weighted</i>	58
LAMPIRAN F	Peta Prediksi Ketebalan <i>Finite Element Method</i>	67
LAMPIRAN G	Peta Prediksi Ketebalan Metode <i>Inverse Distance Weighted</i>	71
LAMPIRAN H	Analisis Regresi Sederhana Menggunakan SPSS	83
LAMPIRAN I	Tabel Distribusi <i>Student's t</i> (Riduwan, 2003)	85
LAMPIRAN J	Peta <i>Roof</i> Dan <i>Floor Inverse Distance Weighted Power 3</i>	86
LAMPIRAN K	Peta <i>Pit Limit Block</i> PT Natural Artha Resource	94
LAMPIRAN L	Dokumentasi Kegiatan Penelitian Tesis	95

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lapisan batubara terbentuk dari proses penggabutan hingga pembatubaraan yang berasal dari sisa-sisa tumbuhan hasil akumulasi material organik. Pada periode geologis tekanan dan panas meningkat sehingga terjadi kompaksi, ubahan kimia dan proses metamorfosis pada material. Dalam lapisan batubara terdapat bahan-bahan organik dengan berat > 50% atau volume bahan organik dan lebih dari 70 % kandungan lengas bawaan (*inherent moisture*).

Bagian dari Endapan batubara dengan bentuk, kuantitas dan memiliki prospek yang mungkin bisa ditambang secara ekonomis adalah pengertian dari sumberdaya. Keadaan geologi lokasi penelitian dapat diperkirakan atau diinterpretasikan dari kuantitas, kualitas, kemenerusan, karakteristik geologi serta lokasi dari lapisan batubara. Tingkat kepercayaan geologi sumberdaya batubara menurut (SNI 5015, 2011).

Secara ekonomis cadangan batubara adalah bagian dari sumberdaya tertunjuk dan sumberdaya terukur yang bisa ditambang. Batubara yang akan ditambang untuk menghitung estimasi cadangannya akan memperhitungkan nilai *losses* karena batubara insitu tidak akan bisa ditambang 100%. Pembuatan dokumen studi kelayakkan berdasarkan perhitungan cadangan yang baik berdasarkan SNI, ekonomi, social dan lingkungan, legal, pemasaran serta metode penambangan.

Ketebalan batubara dapat dihitung dari *roof* dan *floor* pada setiap *seam* batubara dan total ketebalan setiap titik bor dihitung dari keseluruhan *seam*, berdasarkan data lubang bor. Batubara terdapat satu *seam* atau multi *seam* yang dihasilkan oleh terbelahnya *seam* atau penggabungan *seam*. Batubara multi *seam* memiliki karakteristik yang berbeda dimana setiap *seam* dipisahkan oleh *partings* (lapisan pengotor) dengan ketebalan yang bervariasi. Ketebalan *seam* batubara pada lokasi

tambang berpengaruh terhadap jumlah cadangan, cara penambangan, perencanaan produksi dan umur tambang.

Konsep keilmuan untuk menghitung sumberdaya batubara semakin berkembang seiring dengan berjalannya kebutuhan energi fosil untuk keperluan industri. Selain itu adalah tuntutan untuk semakin akuratnya dalam menghitung sumberdaya batubara pada suatu daerah penelitian. Konsep ilmiah tersebut ditujukan sebagai pengganti metode perhitungan sumberdaya terdahulu yang bersifat sangat sederhana. Salah satu metode matematis yang muncul didalam perkembangan sebagai FEM. Metode ini telah ditransformasi untuk menghitung sumberdaya batubara secara akurat karena melibatkan elemen-elemen geometri pada endapan batubara (Dwiantoro dkk, 2017).

Interpolasi data dilakukan menggunakan perangkat lunak dengan *finite element method*, data yang dimasukan kedalam *roof* dan *floor* lapisan batubara. Prinsip *finite element method* untuk mempermudah dalam penegoperasaianya dengan prinsip diskritisasi yaitu membagi benda-benda menjadi ukuran lebih kecil. Diskritisasi diterapkan di endapan batubara dimana endapan ditaksir secara kuantitatif mempunyai besar yang proporsional terhadap dua besaran yaitu volume dan state variable dalam volume tersebut. *State variable* berupa titik-titik kordinat dan posisi *roof* dan *floor* lapisan batubara. Hasil perhitungan berupa volume lapisan batubara yang merupakan hasil diskritisasi lapisan batubara yang dikenal dengan *finite element method*. Metode ini memungkinkan dilakukannya pemodelan endapan batubara secara menyeluruh baik itu model konseptual ataupun model matematika (Fikri, 2017)

Metode interpolasi digunakan untuk mengestimasi bobot data yang tidak tersampelkan berdasarkan data estimator disekitar lokasi penelitian yaitu menggunakan metode *inverse distance weighting (IDW)*. Perhitungan menggunakan IDW mudah dipahami dan lebih sederhana sehingga pada kegiatan eksplorasi metode ini sering digunakan (Purnomo, 2018).

Menurut (Kurnianto dkk, 2019) metode *inverse distance weighted* merupakan metode penaksiran dimana nilai estimasi memperhitungkan jarak dari titik data estimasi ke titik data estimator yang berada dalam radius pencarian.

Prasyarat untuk mempertahankan operasi penambangan yang efisien dan aman adalah desain tambang yang tepat dengan mempertimbangkan semua aspek. Langkah pertama dalam desain tambang batubara adalah pemodelan. Data pemodelan didasarkan pada informasi yang diperoleh dari pengeboran, susunan litologi, sampling, dan menganalisis sejumlah lubang bor. Sebuah ringkasan pengeboran disajikan data geologi dan sampling (x, y, z koordinat dan *dip* dan sudut azimuth lubang bor, definisi litologi dari sampel yang diambil dari lubang bor (Unver, 2018).

Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai *finite element method* dan *inverse distance weighted* metode interpolasi tidak memprediksi ketebalan perseam batubara untuk memperoleh estimasi volume sumberdaya batubara, *pit limit* dan cadangan batubara pada lokasi penelitian.

Pemodelan batubara yang dilakukan pada PT NAR menggunakan *software* tetapi tidak dilakukan analisis. Prediksi tebal menggunakan data pengeboran sebanyak 31 titik untuk menghitung volume sumberdaya batubara kemudian di analisis area *pit limit* sehingga diperoleh cadangan batubara.

Batubara pada lokasi penelitian terdiri dari beberapa lapisan dengan ketebalan yang bervariasi sehingga dibutuhkan metode perhitungan cadangan yang tepat dengan tingkat ketelitian yang cukup baik. Membandingkan metode FEM dan IDW untuk mendapatkan cadangan batubara dengan hasil yang lebih akurat atau mendekati keadaan sebenarnya dilapangan. Untuk mendapatkan hasil perhitungan cadangan yang tepat maka penulis mengambil judul Estimasi Volume Endapan Batubara Berdasarkan Batas Tambang Menggunakan *Finite Element Method* dan *Inverse Distance Weighted* pada WIUP PT Tebo Agung International di *Block* PT Natural Artha Resource.

1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Metode perhitungan cadangan sangat di butuhkan untuk menentukan batas penambangan berdasarkan estimasi ketebalan endapan batubara, berdasarkan estimasi tersebut sehingga dirumuskan masalah penelitian:

1. Bagaimana menentukan metode interpolasi ketebalan batubara terbaik antara *finite element method* dan metode *inverse distance weighted* berdasarkan *root mean square error*?
2. Berapakah cadangan batubara pada IUP PT Tebo Agung International di *block* PT Natural Artha Resource berdasarkan *pit limit* ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan paparan rumusan masalah penelitian sehingga diperoleh tujuan penelitian:

1. Menentukan metode interpolasi ketebalan batubara terbaik antara *finite element method* dan metode *inverse distance weighted* berdasarkan *root mean square error*.
2. Estimasi cadangan batubara pada IUP PT Tebo Agung International di *block* PT Natural Artha Resource berdasarkan *pit limit*.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Supaya pembahasan tidak keluar daripada tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian ini:

1. Prediksi ketebalan setiap *seam* batubara menggunakan pemodelan *finite element method* dan metode *inverse distance weighted* untuk perhitungan cadangan pada IUP PT Tebo Agung International di *block* PT Natural Artha Resource dengan tebal *parting* adalah 30 cm.
2. Parameter *pit limit* seperti *stripping ratio* yang dihitung dengan pendekatan *Break Even Stripping Ratio*, lereng penambangan, kondisi topografi dan geologi. Perhitungan cadangan dengan *pit limit* berdasarkan *boundary*.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian yang telah dilakukan diharapkan bisa memberi manfaat baik secara teoritis dan praktis:

1. Manfaat secara teoritis, laporan penelitian ini pada bidang teknik pertambangan dapat memberikan kontribusi dalam mengembangkan perhitungan cadangan batubara yang dilakukan dengan berbagai pemodelan dan persamaan matematika sehingga didapat hasil yang akurat. Penelitian ini bisa dikembangkan untuk penelitian selanjutnya mengenai keekonomian tambang.
2. Manfaat secara praktis, laporan penelitian ini bisa memberikan informasi untuk perusahaan mengenai estimasi ketebalan berdasarkan *grid* menggunakan pemodelan matematika.

DAFTAR PUSTAKA

- Aladin, A. (2011). Sumberdaya Alam Batubara (pp. 10–14). pp. 10–14. Bandung: Lubuk Agung.
- Aswandi, D., & Yulhendra, D. (2018). Redesain Rancangan *Ultimate Pit* Dengan Menggunakan *Software Minescape 4.118* Di *Pit S41 PT . Energi Batu Hitam Kecamatan Muara Lawa & Siluq Ngurai , Kabupaten Kutai Barat , Kalimantan Timur*. *Jurnal Bina Tambang*, 4(1), 153–164.
- Dwiantoro, M., Lilik Eko, W., & Annisa. (2017). Pemodelan Matematis Metode Elemen Hingga Untuk Menghitung Sumberdaya Batubara Daerah Pondok Labu, Cekungan Kutai, Kalimantan Timur. *Jurnal GEOSAPTA*, 3(2), 99–105.
- Fadly, M. H., & Umar, H. (2018). Estimasi Cadangan Berdasarkan Stripping Ratio Pada PT . Dharma Putra Bersama , Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 6(2), 37–42.
- Fikri, H. N. (2017). Perhitungan Sumberdaya Terukur Endapan Batubara Menggunakan Metode Lingkaran dan Metode Elemen Hingga. *Jurnal GEOSAPTA*, 3(2), 111–114.
- Hariyadi, S., & Rahman. (2017). Rancangan Teknis Desain *Push Back* penambangan Batubara Pada Pit 1a Di PT. *Nata Energi Resources Job Site PT. Atha Marth Naha Kramo, Kabupaten Malinau, Propinsi Kalimantan Utara*. *Jurnal Geologi Pertambangan*, 21(2), 26–39.
- Heru Cahyo, P., Nurhakim, Riswan, & Karina Shella, P. (2017). Perencanaan Penambangan Batubara *Pit* Timur di PT Pada Idi Desa Luwe Huku Kalteng. *Jurnal GEOSAPTA*, 3(1), 62–69.
- Istiarini, R., & Sukanti, S. (2012). Pengaruh Sertifikasi Guru Dan Motivasi Kerja Guru Terhadap Kinerja Guru Sma Negeri 1 Sentolo Kabupaten Kulon Progo Tahun 2012. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 10(1), 98–113.
- Kurnianto, A., Setihadiwibowo, A. P., & Giamboro, W. S. (2019). Estimasi Sumberdaya Batubara Menggunakan Metode *Nearest Neighbour Point , Inverse Distance Weighting , Dan Kriging* Pada Daerah Muara Bungo , Sumatera Selatan. *Jurnal Geocelbes*, 3(2), 75–82.
- Megawati, Wahyono, sri cahyo, & Fahrudin. (2017). *Jurnal Fisika FLUX* Penentuan Volume Batubara Menggunakan Metode *Cross Section* di PT. *Astri Mining Resources Cabang Batu Ampar*. *Jurnal Fisika FLUX*, 14(2), 125–132.

- Pardo-Igúzquiza, E., Dowd, P. A., Baltuille, J. M., & Chica-Olmo, M. (2013). *Geostatistical modelling of a coal seam for resource risk assessment. International Journal of Coal Geology*, 112, 134–140.
- Pasintik, A., Lassa, T. A., & Panjaitan, R. (2015). Rancangan Bukaan Tambang Batubara Pada *Pit Jkg Pt . Bbe Site Kabupaten Kutai Kartanegara*. Prosiding Seminar Nasional ReTII, 10.
- Purnomo, H. (2018). Aplikasi Metode Interpolasi *Inverse Distance Weighting* Dalam Penaksiran Sumberdaya Laterit Nikel (Studi Kasus Di Blok R, Kabupaten Konawe-Sulawesi. *Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi, Angkasa*, Vol. 10, pp. 49–60.
- Riduwan. (2003). *Dasar-Dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- SNI 5015. (2011). Pedoman pelaporan, sumberdaya, dan cadangan batubara. In T. Panitia 07-02 Potensi Kebumihan (Ed.), *STandar Nasional Indonesia*. Jakarta.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif R & B* (p. 2012). p. 2012. bANDUNG: ALFABETA, CV.
- Sukandarrumidi. (2008). *Batubara dan Gambut*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Unver, B. (2018). *Fundamentals of 3D modelling and resource estimation in coal mining. Journal of Mining and Environment*, 9(3), 623–639.
- Widodo, S., Anshariah, & Fajar Astaman, M. (2015). Studi Perbandingan Antara Metode Poligon Dan Inverse Distance Pada Perhitungan Cadangan Ni PT . Cipta Mandiri. *Jurnal Geomine*, 03, 148–154.