

SKRIPSI
PEMODELAN GEOLOGI DAN PERHITUNGAN ESTIMASI
SUMBERDAYA BATUBARA BERDASARKAN DATA BOR
SEAM A1 DAN SEAM A2 PADA TAMBANG BANKO BARAT
DI PIT SF PT BUKIT ASAM TANJUNG ENIM, SUMATERA
SELATAN

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Geologi



Silvie Farahdila
03071381924050


PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
JURUSAN PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRWIJAYA
2023

HALAMAN PENGESAHAN

**PEMODELAN GEOLOGI DAN PERHITUNGAN
ESTIMASI SUMBERDAYA BATUBARA
BERDASARKAN DATA BOR SEAM A1 DAN SEAM
A2 PADA TAMBANG BANKO BARAT DI PIT SF PT
BUKIT ASAM TANJUNG ENIM, SUMATERA
SELATAN**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Geologi**

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi,



Dr. Idarwan, S.T., M.T.
NIP. 198306262014042001

Palembang, 25 September 2023

Menyetujui,
Pembimbing




Budhi Setiawan, S.T., M.T. Ph.D.
NIP. 197211121999031002

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Pemodelan Geologi dan Perhitungan Sumberdaya Batubara Berdasarkan Data Bor Seam A1 dan Seam A2 pada Tambang SBJ di PT.Bukit Asam Tanjung Enim, Sumatera Selatan” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada 25 September 2023.

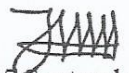
Palembang, 25 September 2023
Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir
Ketua : Dr. Idarwati, S.T., M.T.

NIP. 198306262014042001

()
25 September 2023

Anggota : Mochammad Malik Ibrahim, S.Si., M.Eng.

NIP. 198807222019031007

()
25 September 2023

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi



Dr. Idarwati, S.T., M.T.
NIP. 198306262014042001

Palembang, 25 September 2023
Menyetujui,
Pembimbing



Budhi Setiawan, S.T., M.T. Ph.D.
NIP. 197211121999031002

HALAMAN PENYATAAN INTEGRITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Silvie Farahdila
NIM : 03071381924050
Judul : Pemodelan Geologi dan Perhitungan Sumberdaya Batubara
Berdasarkan Data Bor Seam A1 dan Seam A2 pada Tambang SBJ di
PT.Bukit Asam Tanjung Enim, Sumatera Selatan .

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta di proses sesuai dengan peraturan yang berlaku pada (UU No. 20 Tahun 2003 Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

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



Palembang, 25 September 2023
Yang Membuat Pernyataan,

Silvie Farahdila
NIM. 03071381924050

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah diberikan kepada penulis, karena berkat rahmat dan hidayahnya sehingga dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir “Pemodelan Geologi dan Perhitungan Estimasi Sumberdaya Batubara Berdasarkan Data Bor Seam A1 dan Seam A2 pada Tambang Banko Barat di Pit SF PT Bukit Asam Tanjung Enim”, Sumatera Selatan” sebagai persyaratan dalam penelitian tugas akhir di Program Studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya. Salawat serta salam tak lupa sampaikan kepada junjungan kita, nabi Muhammad SAW.

Dalam pengerjaan proposal ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Budhi Setiawan, S.T., M.T, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberi motivasi, arahan dalam membimbing hingga terselesaikannya proposal ini. Penulis sadari bahwa masih banyak kekurangan pada proposal ini sehingga sangat membutuhkan adanya saran serta kritik yang membangun agar dapat dilakukannya perbaikan. Namun penulis berharap proposal ini dapat menjadi bahan literasi atau acuan dalam penelitian geologi. Mohon maaf apabila ada kata-kata yang tidak sesuai dan kepada Allah penulis mohon ampun. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Palembang, 25 September 2023



Silvie Farahdila
(03071381924050)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT. karena berkah, rahmat, hidayah dan karunia-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis. Selain itu, terima kasih kepada Budhi Setiawan, S.T., M.T. Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan masukan serta arahan sehingga laporan ini dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Dalam penulisan laporan ini, penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, sehingga di kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Budhi Setiawan, S.T., M.T. Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan motivasi dalam bidang akademik.
2. Staf Dosen Program Studi Teknik Geologi, yang telah membagi ilmu serta pengalaman mulai dari semester pertama hingga saat ini.
3. Kedua Orang Tua tercinta yaitu Ayah Rusman dan Ibu Rita Haryati yang selalu memberi dukungan baik secara moril maupun materiil
4. Seluruh teman dan rekan GEO-19, kakak-kakak GEO-13, GEO-14, GEO-15, GEO-16 GEO-17, GEO-18, dan rekan-rekan GEO-20 dan GEO-21 yang selalu memberikan semangat dan doa kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak.

Palembang, 25 September 2023



Silvie Farahdila
NIM. 03071381924050

RINGKASAN

PEMODELAN GEOLOGI DAN PERHITUNGAN ESTIMASI SUMBERDAYA BATUBARA BERDASARKAN DATA BOR SEAM A1 DAN SEAM A2 PADA TAMBANG BANKO BARAT DI PIT SF PT BUKIT ASAM TANJUNG ENIM
Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 25 September 2023

RINGKASAN

Pemodelan geologi dilakukan untuk mengetahui model bawah permukaan 3D lapisan pada batubara menggunakan MineScape 5.7. Perhitungan sumberdaya batubara penting dalam eksplorasi untuk menentukan kelayakan ekonomi dari penambangan. Hasil perhitungan sumberdaya digunakan untuk mengevaluasi kegiatan penambangan yang direncanakan. Studi ini berlokasi di wilayah Muara Enim di cekungan Sumatra Selatan. Dalam penelitian ini digunakan Metode Measuring Section, Metode Well Logging, Metode Inverse Distance Weighting, Metode Start Model dan Metode Nearest Neighbour Point untuk mengetahui sumberdaya batubara. Metode *measuring section* dimana mengambil ketebalan batubara *seam a1* dan *seam a2*, data kedudukan, data slope, dan data pendukung lainnya. *Well logging* adalah pengukuran dan perekaman pada sumur bor menggunakan metode *log gamma ray* dan *log density*. Metode Inverse Distance Weighting dengan mempertimbangkan lokasi yang berdekatan. Metode Start Model untuk mengembangkan dan memvalidasi model dan pendekatan skema. Metode Nearest Neighbour Point contohnya mengambil dari titik yang paling dekat dengan batas penelitian. Ketebalan rata-rata pada *well logging seam A1* dan *A2* berkisar 8.24-11.68 m. Berdasarkan SNI 5015 – 2011, kondisi geologi dikaji dari aspek tektonik, proses sedimentasi, dan variasi kualitas termasuk ke kondisi geologi sederhana. Estimasi sumberdaya batubara *seam A1* adalah 1.795.725,52 ton dan *seam A2* adalah 8.173.539,78 ton. Total sumberdaya batubara secara keseluruhan adalah 9.969.265,3 ton.

Kata Kunci: Batubara, Estimasi Sumberdaya Batubara, Pemodelan Geologi

Mengetahui,
Koordinator Prodi Teknik Geologi,

Dr. Idarwati, S.T., M.T.
NIP. 198306262014042001

Palembang, 27 September 2023
Menyetujui,
Pembimbing



Budhi Setiawan, S.T., M.T. Ph.D.
NIP. 197211121999031002

SUMMARY

GEOLOGICAL MODELING AND CALCULATION OF COAL RESOURCE ESTIMATIONS BASED ON DRILL DATA SEAM A1 AND SEAM A2 AT THE BANKO BARAT MINE IN THE SF PIT OF PT BUKIT ASAM TANJUNG ENIM

Scientific paper in the form of a Final Project, September 25, 2023

SUMMARY

Geological modeling was carried out to determine the 3D subsurface model of the seam on coal using MineScape 5.7. Calculation of coal resources is important in exploration to determine the economic feasibility of mining. The results of resource calculations are used to evaluate planned mining activities. The study was located in the Muara Enim region of the South Sumatra basin. In this study, the Measuring Section Method, Well Logging Method, Inverse Distance Weighting Method, Start Model Method and Nearest Neighbour Point Method were used to determine coal resources. The measuring section method takes the thickness of coal seam a1 and seam a2, position data, slope data, and other supporting data. Well logging is the measurement and recording of drilled wells using the log gamma ray and log density methods. Inverse Distance Weighting method by considering adjacent locations. Model Start Method for developing and validating schematic models and approaches. The Nearest Neighbour Point method, for example, takes from the point closest to the research boundary. The average thickness in A1 and A2 well logging seams ranges from 8.24-11.68 m. Based on SNI 5015 – 2011, geological conditions are studied from tectonic aspects, sedimentation processes, and quality variations including simple geological conditions. The estimated coal resources of A1 seam are 1,795,725.52 tons and A2 seam is 8,173,539.78 tons. Total coal resources as a whole are 9,969,265.3 tons.

Keyword: Coal, Coal Resources Estimation, Geological Modelling

Mengetahui,
Koordinator Prodi Teknik Geologi,



Dr. Idarwati, S.T., M.T.
NIP. 198306262014042001

Palembang, 27 September 2023
Menyetujui,
Pembimbing



Budhi Setiawan, S.T., M.T. Ph.D.
NIP. 197211121999031002

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GRAFIK	xvi
LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Ruang Lingkup Batasan Penelitian.....	2
1.5 Lokasi dan Ketersampaian Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Geologi Regional.....	4
2.1.1 Tatanan Tektonik.....	5
2.1.2 Stratigrafi Regional	8
2.1.2.1 Stratigrafi Daerah Penelitian	12
2.1.3 Struktur Geologi.....	13
2.1.4 Geomorfologi	16
2.2 Well Logging	17
2.2.1 Interpretasi Well Logging	19
2.2.2 Penentuan Ketebalan Lapisan Batubara.....	19
2.2.3 Analisa Batuan Inti (Core)	20
2.2.3 Korelasi	20
2.3 Geometri.....	20
2.3.1 Ketebalan.....	21
2.3.1.1 Ketebalan Seam Batubara	21
2.3.2 Kemenerusan	22
2.3.3 Roof, Floor, Interburden.....	23
2.4 Analisa Proksimat	23
2.4.1 Analisa Hubungan Densitas Batubara dengan Parameter Kualitas Batubara	23
2.5 Kualitas Batubara.....	24
2.5.1 Klasifikasi Kualitas Batubara Menurut ASTM.....	25
2.6 Minescape.....	26
2.7 Sumberdaya Batubara	27
2.7.1 Bagian Sumberdaya Batubara	28

2.7.2	Estimasi Sumberdaya Batubara.....	29
BAB III METODE PENELITIAN.....		30
3.1	Studi Literatur	30
3.2	Objek Penelitian.....	30
3.3	Alat yang Digunakan.....	30
3.4	Tahapan Penelitian	30
3.4.1	Tahap Persiapan	30
3.4.2	Tahap Pengumpulan Data	30
3.4.3	Tahap Pengolahan Data.....	31
3.5	Diagram Alir Penelitian	32
3.6	Observasi Lapangan	32
3.6.1	Data Sekunder	32
3.6.1.1	Pemboran Eksplorasi.....	33
3.6.2	Data Primer	34
3.6.2.1	Pengamatan Singkapan Batuan.....	34
3.6.2.2	Pengukuran Profil Singkapan	34
3.6.2.3	Pemercontoh	35
3.7	Analisis Studio	35
3.8	Sintesis	35
3.8.1	Pembuatan Peta	36
3.8.2	Pemodelan Geologi.....	36
3.8.3	Perhitungan Estimasi Sumberdaya Batubara	37
3.9	Penyusunan Laporan	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		39
4.1	Pengukuran Tebal Langsung.....	39
4.2	Korelasi Well Logging Batubara	42
4.3	Data dan Analisis Data.....	43
4.3.1	Data Koordinat Lubang Sumur Bor dan Data Topografi Permukaan.....	43
4.3.2	Data Lithology Drill Hole	44
4.3.3	Data Survey Drill Hole	45
4.3.4	Data Quality	45
4.3.5	Verifikasi Data dan Validasi Model	46
4.4	Analisis Kualitas dan Peringkat Batubara.....	46
4.4.1	Kualitas dan Peringkat Seam A1	46
4.4.2	Kualitas dan Peringkat Seam A2	48
4.4.3	Klasifikasi Kadar Kualitas	49
4.4.4	Hubungan Densitas dengan Kualitas	49
4.5	Penyebaran Kualitas Batubara	51
4.5.1	Sebaran Kualitas <i>Calorific Value</i> (CV)	51
4.5.2	Sebaran Kualitas <i>Fixed Carbon</i> (FC)	53
4.5.3	Sebaran Kualitas Ash.....	53
4.5.4	Sebaran Kualitas <i>Inherent Moisture</i> (IM).....	54
4.5.5	Sebaran Kualitas <i>Total Moisture</i> (TM).....	55
4.5.6	Sebaran Kualitas <i>Volatile Matter</i> (VM).....	56
4.5.7	Sebaran Kualitas <i>Total Sulfur</i> (TS).....	56

4.5.8	Overlay Peta Kualitas Batubara	57
4.5.8.1	Seam A1	58
4.5.8.2	Seam A2.....	58
4.6	Ketebalan Seam Batubara Daerah Penelitian.....	58
4.6.1	Ketebalan Seam A1.....	59
4.6.2	Ketebalan Seam A2.....	60
4.7	Pemodelan Batubara.....	61
4.7.1	Pemodelan dengan MineScape	61
4.7.1.1	Preparasi Data	61
4.7.1.2	Pengolahan Data	62
4.8	Model Endapan Batubara	63
4.8.1	Penyebaran Seam A1.....	63
4.8.2	Penyebaran Seam A2	64
4.8.3	Pemodelan 2D Sebaran Seam Batubara	65
4.9	Perhitungan Estimasi Sumberdaya Batubara Daerah Penelitian.....	66
4.9.1	Kategori Kondisi Geologi	68
4.9.2	Hasil Perhitungan Sumberdaya.....	68
4.9.2.1	Sumberdaya Batubara Seam A1	68
4.9.2.2	Sumberdaya Batubara Seam A2	69
BAB V KESIMPULAN		71
DAFTAR PUSTAKA		xviii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Administrasi	3
Gambar 1.2 Rute Perjalanan Dari Indralaya Ke Lokasi Penelitian	3
Gambar 2.1 Geologi Regional Pulau Sumatera.....	5
Gambar 2.2 Peta fase tektonik sumatera (Barber, 2005).....	6
Gambar 2.3 Ilustrasi fase Kompresi Jurasik Awal-Kapur (Pulunggono, 1992) dalam (Barber, 2005)	7
Gambar 2.4 Ilustrasi fase ekstensional Kapur Akhir-Tersier Awal (Pulunggono, 1992)	7
Gambar 2.5 Ilustrasi fase kompresi Miosen Tengah-Resen (Pulunggono, 1992) dalam (Barber, 2005)	8
Gambar 2.6 Stratigrafi regional Cekungan Sumatera Selatan menurut (Ginger, 2005) ..	9
Gambar 2.7 Seam Batubara Anggota Formasi Muara Enim (Shell, 1978)	11
Gambar 2.8 Seam Batubara Anggota Formasi Muara Enim (Shell, 1978)	12
Gambar 2.9 (a) Stratigrafi regional Cekungan Sumatera Selatan, (b) Batubara Formasi Muara Enim terdiri dari M1 hingga M4, (c) Karakterisasi dari M2 bagian yang terendapkannya seam A1, A2, B1,B2 dan C (Jati. S. N., 2019)	13
Gambar 2.10 Peta Tektonik Pulau Sumatera (Pulunggono, 1992)	14
Gambar 2.11 Ilustrasi Struktur Geologi di Cekungan Sumatera Selatan (Pulunggono, 1992)	15
Gambar 2.12 Fisiografi Sumatera (Bemmelen, 1949)	16
Gambar 2.13 Pola Respon Log Gamma Ray (Rider, 2002).....	18
Gambar 2.14 Pola Respon Log Density (Rider, 2002).....	19
Gambar 2.15 Fenomena wash out menyebabkan hilangnya sebagian atau seluruh lapisan batubara (Thomas, 2013)	21
Gambar 2.16 Model Roof, Floor, Parting dan Interbuden Pada Batubara (Thomas, 2013)	23
Gambar 2.17 Klasifikasi Batubara oleh American Society For Testing and Materials. (ASTM, 1981).....	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	32
Gambar 3.2 Ilustrasi trigonometri pengukuran ketebalan lapisan batuan sebenarnya (Coe, 2010).....	35
Gambar 3.3 Contoh peta zonasi sumberdaya tereka, tertunjuk, dan terukur menggunakan metodecircular yang mengacu pada jarak titik informasi (SNI, 1998).....	37
Gambar 4.1 Peta Lintasan Lokasi Pengamatan	39
Gambar 4.2 Kenampakan Lapangan	40
Gambar 4.3 Batubara Seam A1, Interburden A1-A2 (Batupasir Tufaan), Batubara Seam A2.....	41
Gambar 4.4 Korelasi Well Logging Batubara.....	43

Gambar 4.5	Data Topografi Permukaan.....	44
Gambar 4.6	Peta Sebaran Nilai CV(adb.) dan CV(ar.) <i>seam</i> A1 dan A2.....	52
Gambar 4.7	Peta Sebaran Nilai FC <i>seam</i> A1 dan A2.....	53
Gambar 4.8	Peta Sebaran Nilai Ash <i>seam</i> A1 dan A2	54
Gambar 4.9	Keterdapatannya <i>Clay Band</i> pada <i>seam</i> A1	54
Gambar 4.10	Peta Sebaran Nilai IM <i>seam</i> A1 dan A2.....	55
Gambar 4.11	Peta Sebaran Nilai TM <i>seam</i> A1 dan A2.....	55
Gambar 4.12	Peta Geologi Daerah Penelitian	56
Gambar 4.13	Peta Sebaran Nilai VM <i>seam</i> A1 dan A2	56
Gambar 4.14	Peta Sebaran Nilai TS <i>seam</i> A1 dan A2	57
Gambar 4.15	Peta Overlay Kualitas Batubara Seam A1	58
Gambar 4.16	Peta Overlay Kualitas Batubara Seam A2.....	58
Gambar 4.17	Peta Ketebalan <i>seam</i> A1	59
Gambar 4.18	Peta Ketebalan <i>seam</i> A2	60
Gambar 4.19	Peta Sebaran Titik Bor Daerah Penelitian	62
Gambar 4.20	<i>Setting Schema</i> Model dalam <i>MineScape</i>	63
Gambar 4.21	Peta Kontur Struktur <i>seam</i> A1 <i>Roof, Floor</i>	63
Gambar 4.22	Pemodelan 3D Seam A1 dan Model 3D Seam A1	64
Gambar 4.23	Peta Kontur Struktur <i>seam</i> A2 <i>Roof, Floor</i>	64
Gambar 4.24	Pemodelan 3D Seam A2 dan Model 3D Seam A2.....	65
Gambar 4.25	Peta Penarikan Penampang.....	65
Gambar 4.26	Penampang 2D arah Timur Laut- Barat Daya dan Penampang 2D arah Barat Laut- Tenggara	66
Gambar 4.27	Peta Sumberdaya <i>Seam</i> A1	69
Gambar 4.28	Peta Sumberdaya Seam A2	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan antara 2 nilai variable (Sarwono, 2006)	24
Tabel 2.2 Kualitas Ash (Hunt, 1984)	25
Tabel 2.3 Kualitas Sulfur (Hunt, 1984).....	25
Tabel 2.4 Klasifikasi kondisi geologi berdasarkan aspek sedimentasi, tektonik, dan kualitas (SNI, 1998).....	28
Tabel 2.5 Jarak titik informasi geologi berdasarkan klasifikasi kondisi geologi daerah penelitian (SNI, 1998)	28
Tabel 3.1 Parameter deskripsi singkapan batuan	34
Tabel 4.1 Pengamatan Lapangan	40
Tabel 4.2 Hasil Data Pengukuran Lapangan.....	41
Tabel 4.3 Deskripsi Litologi	42
Tabel 4.4 Perhitungan Tebal Sebenarnya.....	42
Tabel 4.5 Koordinat Titik Lubang Sumur Bor	43
Tabel 4.6 Data Lithology Drill Hole Batubara.....	44
Tabel 4.7 Data Survey Drill Hole.....	45
Tabel 4.8 Data Quality	46
Tabel 4.9 Data Kualitas Seam A1	47
Tabel 4.10 Data Kualitas Seam A2	48
Tabel 4.11 Klasifikasi Kadar Abu Daerah Penelitian Menurut (Hunt, 1984).....	49
Tabel 4.12 Klasifikasi Kadar Sulfur Daerah Penelitian Menurut (Hunt, 1984).....	49
Tabel 4.13 Data Kualitas Batubara	50
Tabel 4.14 Hasil Rata-Rata Kualitas Batubara.....	50
Tabel 4.15 Hasil Rata-Rata Densitas Batubara	51
Tabel 4.16 Nilai Densitas dan Nilai Kualitas Batubara	51
Tabel 4.17 Kelas Batubara berdasarkan Nilai Kalori (Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral, 2011)	52
Tabel 4.18 Klasifikasi Kadar Abu (Graese dkk, 1992).....	53
Tabel 4.19 Klasifikasi Kadar Sulfur (Hunt, 1984)	57
Tabel 4.20 Tabel Perhitungan Ketebalan <i>Seam</i> A1.....	59
Tabel 4.21 Tabel Perhitungan Ketebalan <i>Seam</i> A2.....	61
Tabel 4.22 Penentuan Jarak Titik Informasi Sumberdaya	67
Tabel 4.23 Perhitungan Sumberdaya	67
Tabel 4.24 Perhitungan Volume.....	67
Tabel 4.25 Aspek Sedimentasi dan Tektonik Daerah Penelitian (SNI 5015, 2011).....	68
Tabel 4.26 Hasil Perhitungan Sumberdaya <i>Seam</i> A1	69

Tabel 4.27 Hasil Perhitungan Sumberdaya <i>Seam</i> A2	69
Tabel 4.28 Perhitungan Sumberdaya Semua <i>Seam</i> Batubara	70

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Kedalaman Titik Bor	43
Grafik 4.2	Kualitas Seam A1	47
Grafik 4.3	Kualitas Seam A2	48
Grafik 4.4	Kualitas Batubara Seam A1 dan Seam A2	50
Grafik 4.5	Ketebalan Seam A1	60
Grafik 4.6	Ketebalan Seam A2	61

LAMPIRAN

Lampiran 1	Foto Core SF_06	1
Lampiran 2	Foto Core SF_07	12
Lampiran 3	Foto Core SF_12	20
Lampiran 4	Foto Core SF_68	26
Lampiran 5	Foto Core SF_74	40
Lampiran 6	Peta Administrasi	63
Lampiran 7	Peta Topografi	64
Lampiran 8	Peta Geologi	65
Lampiran 9	Peta Lintasan	66
Lampiran 10	Peta Kualitas <i>Calorific Value</i> (adb.) <i>Seam A1</i>	67
Lampiran 11	Peta Kualitas <i>Calorific Value</i> (adb.) <i>Seam A2</i>	68
Lampiran 12	Peta Kualitas <i>Calorific Value</i> (ar.) <i>Seam A1</i>	69
Lampiran 13	Peta Kualitas <i>Calorific Value</i> (ar.) <i>Seam A2</i>	70
Lampiran 14	Peta Kualitas <i>Fixed Carbon Seam A1</i>	71
Lampiran 15	Peta Kualitas <i>Fixed Carbon Seam A2</i>	72
Lampiran 16	Peta Kualitas <i>Ash Seam A1</i>	73
Lampiran 17	Peta Kualitas <i>Ash Seam A2</i>	74
Lampiran 18	Peta Kualitas <i>Inherent Moisture Seam A1</i>	75
Lampiran 19	Peta Kualitas <i>Inherent Moisture Seam A2</i>	76
Lampiran 20	Peta Kualitas <i>Total Moisture Seam A1</i>	77
Lampiran 21	Peta Kualitas <i>Total Moisture Seam A2</i>	78
Lampiran 22	Peta Kualitas <i>Volatile Matter Seam A1</i>	79
Lampiran 23	Peta Kualitas <i>Volatile Matter Seam A2</i>	80
Lampiran 24	Peta Kualitas <i>Total Sulfur Seam A1</i>	81
Lampiran 25	Peta Kualitas <i>Total Sulfur Seam A2</i>	82
Lampiran 26	Peta Kualitas Batubara <i>Seam A1</i>	82
Lampiran 27	Peta Kualitas Batubara <i>Seam A2</i>	82
Lampiran 28	Peta Ketebalan <i>Seam A1</i>	83
Lampiran 29	Peta Ketebalan <i>Seam A2</i>	84
Lampiran 30	Peta Kontur Struktur <i>Seam A1</i>	85
Lampiran 31	Peta Kontur Struktur <i>Seam A2</i>	86
Lampiran 32	Peta Penarikan Sayatan Penampang	87
Lampiran 33	Peta Sumberdaya <i>Seam A1</i>	88
Lampiran 34	Peta Sumberdaya <i>Seam A2</i>	89
Lampiran 35	Data Densitas	90

BAB I

PENDAHULUAN

Latar belakang, maksud, dan tujuan penelitian dijelaskan dalam bab pendahuluan. Bab ini menjelaskan ruang lingkup, batasan, dan kesampaian penelitian.

1.1 Latar Belakang

Sumber daya alam yang dimiliki Indonesia sungguh luar biasa. Batubara adalah salah satunya, dan Cekungan Sumatera Selatan di bagian belakang cekungan busur adalah tempat yang akan menemukan deposit tersebut. PT Bukit Asam (Persero) Tbk, atau disingkat PTBA, merupakan salah satu bisnis pertambangan batu bara besar di Indonesia. Merupakan perusahaan milik negara yang beroperasi di Tanjung Enim, Sumatera Selatan, dan diawasi oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. Tambang Air Laya (TAL) seluas 7.700 ha, Muara Tiga Besar (MTB) seluas 3.300 ha, dan Banko Barat seluas 4.500 ha adalah bagian dari Izin Usaha Penambangan (IUP) PTBA, dengan total cadangan yang tertambang sebesar 2 miliar ton.

Geofisika termasuk salah satu ilmu yang bisa dilakukan dapat tahu keadaan material karakteristik yang berada di bawah permukaan bumi dengan melalui pengukuran menggunakan metode geofisika yaitu metode *well logging* semacam *log gamma ray* dan *log density*. Metode Geofisika ini biasanya memanfaatkan untuk melakukan eksplorasi batubara yaitu metode *well logging* (Julkipli dkk, 2015; Susanto, 2011). Metode ini digunakan oleh banyak perusahaan pertambangan di karenakan keakurasian data yang didapat relative tinggi dibandingkan dengan metode lain. Pada *well logging* yang melakukan rekaman data yang dilakukan secara kontinu bisa berdasarkan pengukuran yang dilakukan pada dinding bor atau bisa juga bisa membuktikan perbedaan dari macam-macam sifat fisis batuan dalam pemboran (Setiahadiwibowo, 2016).

Metode dari *log gamma ray* adalah metode yang memanfaatkan sifat radioaktif menggunakan *logging* lubang bor dan yang yang alami di masing-masing batuan yang di bor. Pada sinar *log gamma* yaitu lapisan batubara yang bisa diidentifikasi dikarenakan memiliki nilai *gamma* yang rendah dibedakan dengan batuan serpih atau bahkan serpihan dan juga lempung di dalam lapisan batuan (Iswati, 2012). Sedangkan metode *log density* juga memanfaatkan sinar radioaktif tetapi supaya memahami densitas dari batuan yang di bor. Pada nilai berat jenis menampilkan pada perbedaan dan pada porositas batubara yang sangat berbeda pada berat jenis bahkan porositas batuan penutup lainnya. Maka *log density* yang dapat dihasilkan dapat terlihat dengan jelas dan terbaca (Pameramba, 2017).

Kegiatan analisis kualitas batubara dari sisi ekonomi menguntungkan atau tidak sangat penting untuk dilakukan evaluasi apakah lokasi penelitian dikembangkan dengan ketersediaan batubara yang layak dan dan dilakukan pengklasifikasian dari peringkat kualitas batubara tersebut.

Tujuan dari pemodelan geologi pada penelitian ini untuk menentukan perhitungan estimasi sumberdaya geologi pada daerah penelitian dengan menggunakan metode *polygon*, dan mengetahui kemenerusan bentuk lapisan bawah permukaan batubara. Dapat mengetahui juga kondisi geologi pada daerah lokasi penelitian (Megasari, 2012). Dari pemodelan geologi yang dilakukan menggunakan aplikasi MineScape dapat mengetahui estimasi sumberdaya batubara dengan menggunakan metode *polygon*. Dengan mengukur ketebalan batubara dari awal hingga akhir, kita dapat menentukan nilai sumber daya tersebut. Setelah kita memiliki nilai ketebalan, kita dapat menghitung nilai luas dengan mengkorelasikan setiap penampang lubang bor, di

mana kita mengetahui panjang bidang miring dan panjang permukaan datar (Prayoga, 2020).

Teknik Geologi Universitas Sriwijaya merupakan sebuah program studi yang mendalami mengenai penyelidikan serta memodelkan suatu endapan dan melakukan estimasi sumberdaya. Kegiatan eksplorasi dilakukan secara terus menerus untuk mendapatkan sumberdaya batubara yang bernilai ekonomis yang baik. Deposit batubara yang berpotensi komersial sulit ditemukan tanpa upaya eksplorasi yang sistematis. Dalam hal ini peneliti ingin melaksanakan penyelidikan Tugas Akhir mengenai Pemodelan Geologi dan Perhitungan Estimasi Sumberdaya Batubara Berdasarkan Data Bor Pada Tambang Banko Barat Pada Pit SF PT Bukit Asam Tanjung Enim, Sumatera Selatan.

1.2 Maksud dan Tujuan

Penulis penelitian ingin mempelajari lebih lanjut tentang sumber daya batubara di lokasi tersebut sehingga mereka dapat membuat model dan memperkirakannya.

Berikut alasan dilakukannya penelitian ini:

1. Menganalisis kelas dan kualitas endapan batubara di daerah penelitian.
2. Menganalisis model penyebaran batubara daerah penelitian.
3. Mengestimasi sumberdaya batubara pada daerah penelitian.

Ini adalah beberapa tujuan dari penelitian ini:

1. Supaya memahami kelas dan kualitas endapan batubara pada daerah penelitian.
2. Untuk merekonstruksi model endapan batubara serta geometri penambangan pada daerah penelitian.
3. Supaya memahami model endapan batubara pada daerah penelitian.
4. Untuk mengidentifikasi estimasi sumberdaya di daerah penelitian.
5. Supaya memahami jumlah sumberdaya batubara pada daerah penelitian.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah mencakup atas:

1. Bagaimana kondisi geologi pada daerah penelitian ?
2. Bagaimana kelas dan kualitas endapan batubara di daerah penelitian ?
3. Bagaimana model endapan batubara di daerah penelitian ?
4. Berapa nilai estimasi sumberdaya batubara di daerah penelitian ?

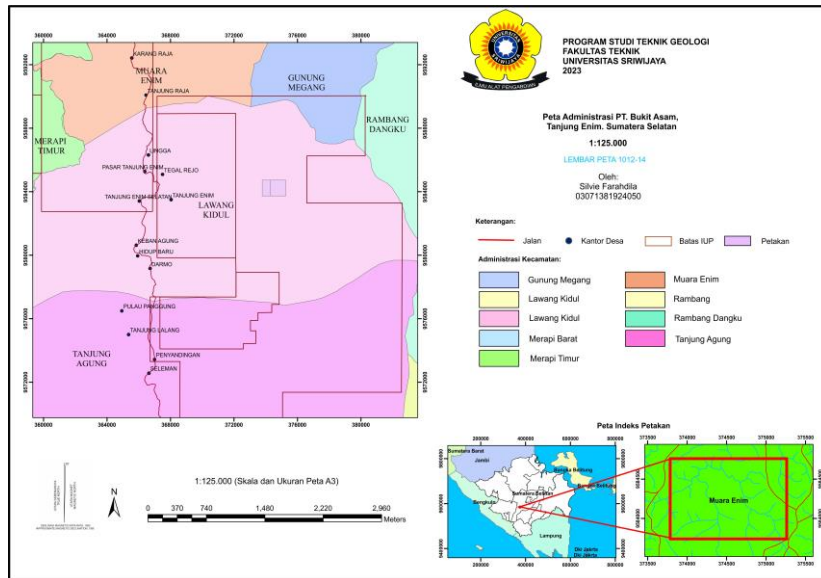
1.4 Ruang Lingkup Batasan Penelitian

Berikut beberapa batasan ruang lingkup penelitian:

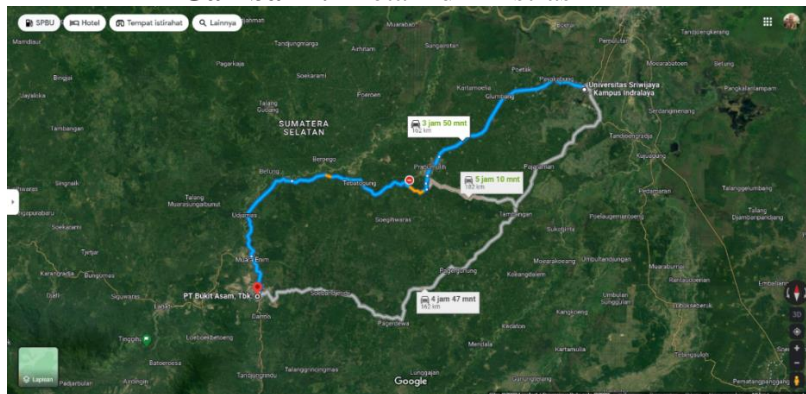
1. Lokasi penelitian berada di Cekungan Sumatera Selatan (*back arc basin*) dilihat dari segi tektonik berada di Formasi Muaraenim (Tmpm), Formasi (Tma) pada daerah PT. Bukit Asam. Batas Penelitian hanya pada Formasi Muara Enim (Tmpm).
2. Penelitian mengamati objek kedalaman, ketebalan, kemenerusan, karakteristik batubara, *roof*, *floor*, *interburden*, volumetrik dan tonase batubara
3. Permasalahan yang akan diselesaikan yaitu mengetahui sumberdaya batubara lalu menentukan daerah yang prospek untuk layak ditambang kemudian membuat model desain pemodelan geologi.
4. Menganalisis 5 Titik bor dan 7 Parameter Kualitas Batubara.
5. Melakukan pengamatan batubara seam A1 dan seam A2.

1.5 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi penelitian terletak di Jalan Parigi No.1, Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Untuk pergi ke lokasi penelitian dari Universitas Sriwijaya Indralaya dengan mobil, dibutuhkan waktu kurang lebih empat jam dan jarak tempuh sekitar 162 km ke arah barat daya. Penelitian ini mencakup Cekungan Sumatera Selatan. Menurut lembar geologi yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi PPG (1994), lembar geologi regional Palembang edisikedua (Gafoer, 1986). Lokasi penelitian adalah Formasi Muara Enim, yang mempunyai litologi yang mencakup atas batulempung dan batulanau tuffan dengan sisipan batubara. (Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Peta Administrasi



Gambar 1.2 Rute Perjalanan Dari Indralaya Ke Lokasi Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Priyono, d. (1992). Retrieved from Pengertian Batubara: ptba.co.id/en/knowledge/index/6/pengertian-batubara
- Amrullah, D. (2007). Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Nilai Kalor Batubara Daerah Horna Irian Jaya Barat. Kelompok Program Penelitian Energy Fosil. *Pusat Sumber Daya Geologi*.
- Arinaldo dkk. (2019). Dinamika Batu Bara Indonesia: Menuju Transisi Energi yang Adil. *Institute for Essential Services Reform (IESR)*, 1-12.
- ASTM D388. (2004). *Standard Classification of Coals by Rank*. WK8153 Revision.
- ASTM, A. S. (1981). *Annual Book of ASTM Standard; (Part 26)*. American Society for Testing and Materials. Philadelphia: Pennsylvania.
- B. Sardi. A.Altway dkk. (2022). Bio-oil production from low-rank coal via novel catalytic microwave pyrolysis using activated carbon + Fe₂(SO₄)₃ and HZSM-5 + Fe₂(SO₄)₃.. *Fuel*, vol 324.
- B. Sardi. H. Rachmawati dkk. (2023). Advanced bio-oil production from a mixture of microalgae and low rank coal using microwave assisted pyrolysis. *Bioresource Technology Reports*, vol.21.
- B. Sardi. I.Uno dkk. (2023). Low rank coal for fuel production via microwave-assisted pyrolysis: A review. *FirePhysChem*.
- B. Sardi. M.Mahfud dkk. (2022). Production of Liquid Biofuels from Microalgae *Chlorella* sp. via Catalytic Slow Pyrolysis. *International Journal of Technology* vol.13, 147-156.
- B. Sardi. T dkk. (2020). Coal Upgrading: Desulfurization and Dehydration of Low-Rank Coal and High-Rank Coal through Blending Method. *vol. 1, no. 1*, 18-23.
- B.G.Miller. (2010). Clean coal engineering technology. *Elsevier*.
- Barber, d. (2005). *Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution*. London: Geological Society.
- Bemmelen, R. V. (1949). Report on the volcanic activity and volcanological research in Indonesia during the period 1936-1948. *Bulletin Volcanology*. Springer.
- Bishop, M. G. (2001). *The Lahat/Talang Akar- Cenozoic Total Petroleum*. South Sumatra Basin Province: Indonesia.
- Blake. (1989). The Geological Regional and Tectonic of South Sumatra Basin. *Proceeding 11th APA*.
- BP. (2019). BP Statistical Review of World Energy.
- BPB Manual. (1981). *British Petroleum Book*. United Kingdom: British company.

- Bryanco, B. Y. (2018). Estimasi Sumberdaya Batubara Menggunakan Metode Penampang dan Geostatistik Pada Area Timur Site Sungai Cukai, Kec. Kintap, Kab. Tanah Laut. *Jurnal Bina Tambang*.
- Casagrande, D. (1987). *Sulphur in Peat and Coal*. In: Scott, AC (editor), *Coal and Coal Bearing Strata: Recent Advance*. London: Geology Society.
- Coe, A. A. (2010). *Geological Field Technique*: London. *Wiley-Blackwell and The Open University*, 336.
- Cook, A. (1982). *The Origin and Petrology of Organic Matter in Coals. Oil Shales and Petroleum Source – Rocks*. New South Wales: The University of Wollongong.
- Coster, D. (1974). The Geology of the Central and South Sumatera Basin. *Proceeding Indonesia Petroleum Associatio - 3 rd Annual Convention*, 77-105.
- Darmadi, D. (2015). Analisis Data Well Logging Untuk Rekonstruksi Lingkungan Pengendapan Batubara Daerah Pangandonan, Sumatera Selatan. *Universitas Lampung*.
- Darman, H. d. (2000). An Outlined Of The Geology Of Indonesia. *Ikatan Ahli Geologi Indonesia*.
- Diessel, C. (1992). *Coal-Bearing Depositional Systems*. Berlin: Heidelberg Springer-Verlag.
- E. Malaidji dkk. (2018). Analisis Proksimat, Sulfur, dan Nilai Kalor dalam Penentuan Kualitas Batubara di Desa Pattappa Kecamatan Pujananting Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine vol.6 no.3*, 131-137.
- Erihartanti dkk. (2015). Estimasi Sumberdaya Batubara Berdasarkan Data Well Logging dengan Metode Cross Section di PT. Telen Orbit Prima Desa Buhut Kab. Kapuas Kalimantan Tengah. *Universitas Lambung Mangkurat*.
- Firmansyah, D. A. (2007). Exploring shallow prospects in the Iliran High, South Sumatra Basin. Indonesian Petroleum Association. *International Geosciences Conference and Exhibition*.
- Fossen, H. (2010). *Structural Geology*. Cambridge University Press, 463.
- Gafoer, S. C. (1986). *Peta Geologi Lembar Sarolangun*. Sumatera Selatan: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Ginger, D. &. (2005). *The Petroleum System and The Future Potential of The South Sumatra Basin*. Sumatera Selatan: Indonesian Petroleum Association.
- Graese dkk, A. B. (1992). Stratigrafi and Regional Variation of the Petrographic and Chemichal Properties of the Tradewater Formation Coal. *International Journal of Coal*, Vol 21, p. 237- 259.
- Harding, T. P. (1973). Newport-Inglewood Trend, California An Example of Wrench Style Deformation. *American Assosiation Petroleum Geologist Bulletin*, 99-116.
- Harsono, A. (1993). *Pengantar Evaluasi Log*. Schlumberger Data Services, Mulia Center L,17,19-21.

- Hartman, H. L. (1992). SME Mining Engineering Handbook 2nd Edition Volume 1. *Society for Mining, Metallurgy and Exploration: Colorado*.
- Horne, J. C. (1978). Depositional Models in Coal Exploration and Mine Planning in Appalachian Region. *AAPG*, 62.
- Hower, J. C. (2002). *Coal Geology*. In International Journal of Coal Geology (Vol.53).
- Hugget, R. J. (2007). *Fundamentals of Geomorphology (Fourth Edition)*. London: Routledge.
- Hunt dkk, J. B. (1984). *Origin and Distribution of the Bayswater Seam and Correlatives in Permian Sydney and Gunnedah Basins*. Australia: Australian Coal Geology, Vol 6, p. 59-75.
- Hunt, J. M. (1984). *Petroleum Geochemistry and Geology*. New York, NY: 2nd edn.: W. H. Freeman.
- Iswati, Y. (2012). Analisis Core dan Defleksi Log Untuk Mengetahui Lingkungan Pengendapan dan Menentukan Cadangan Batubara di Banko Barat Pit 1, Sumatera Selatan. *Universitas Lampung*.
- Jackson, A. (1961). *Oil Exploration a Brief Review With Illustrations From South Sumatra*. Bandung: Contr. Dept. Geol.Inst. Techn.
- Jati. S. N., S. E. (2019). Coal Properties and Cleat Attributes at Tanjung Enim Coalified in South Palembang Sub-basin South Sumatra. *Intern. Conf. on Earth Sci., Earth and Energy, Icemine Proc*, V.2, p.48.
- Jeremic, M. (1985). *Strata Mechanics in Coal Mining*, A.A. Balkema Rotterdam.
- Julkipli dkk, J. S. (2015). Interpretasi Sebaran Batubara Berdasarkan Data Well Logging di Daerah Blok X Pulau Laut Tengah Kabupaten Kotabaru. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lampung Mangkurat*, <http://doi.org/10.20527/flux.v12i1.1304>.
- Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral. (2011). *Indonesian Coal Resources Development and Future Direction Of Coal Export*. Jakarta: KESM.
- Kendall, C. (2003). *Sequence Stratigraphy Basics. South Carolina*. Columbia: University of South Carolina.
- Koesoemadinata, R. (1980). *Geologi Minyak dan Gas Bumi*. Bandung: ITB.
- M. Arif dkk. (2019). Tinjauan Karakteristik Batubara Asal Sulawesi Tengah Dan Pengaruhnya Dalam Proses Konversi Menjadi Bahan Bakar Cair. *Jurnal Geomine vol.7 no.2*, 133-145.
- Megasari, N. M. (2012). Perhitungan Sumberdaya Batubara Berdasarkan Data Logging dan Pemboran Di Kecamatan Lawang Kidul, Sumatera Selatan. *Universitas Lampung*.
- Millenia dkk, T. A. (2020). Interpretasi Data Logging Geofisika dan Hubungannya Terhadap Nilai Kalori Batubara di Daerah Tambang Banko Barat Pit 1 PT. Bukit Asam TBK. Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Prosiding TPT XXIX Perhapi*.

- Natawidjaja, D. H. (2000). Retrieved from 10.1186/s40562-017-0087-2
- Nathanael, G. (2020). Kerjasama Luar Negeri Indonesia dan China: Studi Kasus Ekspor Batubara. *Jurnal Mandala Jurnal Ilmu Hubungan Internasional*, 203-219.
- Nazirman, W. &. (1997). *Geologi Regional Sumatra Selatan*. Pusat Survei Geologi Badan Geologi Kementrian ESDM.
- Pameramba, H. (2017). Identifikasi Penyebaran dan Analisis Stripping Ratio Mining Batubara dengan Menggunakan Data Geofisika Logging Pada Lapangan “DK” di Daerah Lahat, Sumatera Selatan. *Universitas Lampung*.
- Prayoga, K. (2020). *Pemodelan dan Estimasi Sumberdaya Batubara Daerah Darmo dan Sekitarnya, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan*. Palembang.
- PT. Bukit Asam, T. (2016). *Geologi Stratigrafi Batubara*. Muara Enim, Tanjung Enim: Satuan Kerja Unit Eksplorasi dan Geoteknik. Tidak dipublikasikan.
- PTBA. (1999). *Geologi Regional Tanjung Enim, PTBA*. Tanjung Enim.
- Pulunggono, A. S. (1992). *Pre-Tertiary and Tertiary Fault System As a Framework of The South Sumatra Basin; A Study of SAR Map*. Sumatra: Indonesia Petroleum Association.
- Rider, M. (2002). *The Geological Interpretation Of Well Logs 2nd Edition*. Malta: Interprint Ltd.
- S. Nampo dkk. (2020). Karakteristik Batubara Peringkat Rendah Formasi Bobong dan Implikasinya Terhadap Coal Liquefaction. *Jurnal Geomine vol.8 no.1*, 17-24.
- Sarwono, J. (2006). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Selley, R. (1978). *Concepts and methods of subsurface facies analysis*. Contin Educ Course Notes Ser, 82: American Association of Petroleum Geologists.
- Setiahadiwibowo, A. P. (2016). Analisis Karakteristik Batubara Berdasarkan Rekaman Well Logging di Daerah Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah. *UPN “Veteran” Yogyakarta*.
- Shell, M. (1978). *Geological Map of The South Sumatra Coal Province*. Sumatra.
- SNI. (1998). *Pedoman Pelaporan Sumberdaya dan Cadangan Batubara*. Jakarta.
- SNI 5015. (2011). *Pedoman Pelaporan, Sumberdaya, dan Cadangan Batubara. Badan Standarisasi Nasional*. Jakarta.
- SNI 5015, B. A. (2019). *Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara. SNI 5015 BSN*.
- Stach, E. M. (1982). *Stach’s Textbook of Coal Petrology*. German: Gebruder Borntraeger.
- Sugiharto, A. (2020). Perhitungan Efisiensi Boiler Dengan Metode Secara Langsung pada Boiler Pipa Api. *Majalah Ilmiah Swara Patra*, 51-57.
- Sukandarrumidi. (1995). *Batubara dan Gambut*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.

- Susanto, H. (2011). *Geologi Dan Karakteristik Well Logging Untuk Penentuan Derajat Batubara Daerah Tanjung Dalam Dan Sekitarnya, Kecamatan Napal Putih, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu*, Tesis, UPN “VETERAN,” Yogyakarta. *UPN “VETERAN,” Yogyakarta*.
- Susilawati, R. (1992). *Mengenal CBM Sebagai Sumber Daya Energi*. Bandung: Kelompok Penelitian Batubara Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi.
- Thomas, L. (2013). *Coal Geology*. John Whilem and Sons.
- Twidale, C. R. (2004). *River patterns and their meaning* . Retrieved from Earth-Science Reviews, 67 (3– 4), pp. 159–218: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2004.03.001>
- USGS. (1983). *Coal Resource Classification System of The United State Burau of Mines and United State Geological Survey*. Bulletin 1450B.
- Walker, R. (1992). *Facies Models Response to Sea Level Change*, *Geological Association of Canada*. Canada: Canada, 1992.
- Ward, C. R. (2016). *Coal Geology and Coal Technology*. *Blackwell Scientific Publication*.
- Widyamanti Wiraswati, W. I. (2016). *Identification of topographic elements composition based on landform boundaries from radar interferometry segmentation (preliminary study on digital landform mapping)*. Retrieved from Earth and Environmental Science 37: <https://doi.org/10>
- Wood, G. H. (1983). *Coal resource classification system of the US Geological Survey (pp. 1-65)*. Us Department of the Interior, Geological Survey.