

**PERBANDINGAN ANALISIS PROKSIMAT KUALITAS *CORE*
BATUBARA DENGAN *MINE BRAND* BATUBARA DI
PT. BUKIT ASAM, TBK, SUMATERA SELATAN.**

(Skripsi)

Oleh

**Ariyan Wicaksono
NPM 1515051010**



**JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2021**

**PERBANDINGAN ANALISIS PROKSIMAT KUALITAS *CORE*
BATUBARA DENGAN *MINE BRAND* BATUBARA DI
PT. BUKIT ASAM, TBK, SUMATERA SELATAN.**

Oleh

ARIYAN WICAKSONO

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

PERBANDINGAN ANALISIS PROKSIMAT KUALITAS *CORE* BATUBARA DENGAN *MINE BRAND* BATUBARA DI PT. BUKIT ASAM, TBK, SUMATERA SELATAN.

Oleh

Ariyan Wicaksono

Analisis kualitas *core* batubara dan *mine brand* batubara Air Laya 72 di PT. Bukit Asam Tanjung Enim. Tujuan penelitian ini yaitu Mengetahui litologi dan seam serta spesifikasi *core* dan *mine brand* kualitas batubara di lokasi penelitian. Mengetahui Faktor-faktor apasaja yang menyebabkan terjadinya perubahan kualitas batubara dan saran pencegahannya. Melakukan analisa parameter kualitas batubara di Laboratorium. Nilai *Total Moisture*, *Caloric*, *Ash*, *Volatile Matter*, *Fixed Carbon*, *Total Sulphur* sesuai dengan *Mine Brand* yang telah ditetapkan untuk batubara jenis AL 72 adalah 8,57%, 7500 kkal/kg, 8,18%, 42,71%, 58,16%, 1,32% dan rata-rata 6,68%, 7200 kkal/kg, 5,17%, 35,92%, 52,22%, 0,78% dan untuk nilai *core* TM 5,56%, VM 34,54%, FC 56,81%, Ash 3,38%, CV 7549 kkal/kg dan TS 0,32% serta nilai *mine brand* yang dilakukan pengujian TM 10,93%, IM 4,31%, Ash 5,15%, VM 38,31%, FC 52,23%, TS 0,62%, CV 7301 kkal/kg. Dilihat terjadi kenaikan nilai *mine brand* TM 5,37% ,Ash 1,77%, VM 3,77%, TS 0,30% dan penurunan untuk nilai FC 4,58% dan CV 248 kkal/kg dibanding nilai *core* sehingga dapat disimpulkan nilai *core* lebih baik dibandingkan nilai *minebrand* faktor yang menyebabkan perbedaan atau perubahan kualitas dari batubara yaitu bisa dari faktor internal dan eksternal faktor internal biasanya diakibatkan oleh proses terbentuknya batubara seperti pengendapan, temperatur dan usia yang lama dapat membuat batubara menjadi lebih baik secara kualitas dan untuk faktor eksternal terpengaruh oleh *Coal handling facility*.

Kata Kunci: AL 72, Spesifikasi kualitas batubara, *Mine Brand*, *Core* Batubara.

ABSTRACT

COMPARISON OF COAL CORE QUALITY PROXIMATE ANALYSIS WITH COAL MINE BRAND IN PT. BUKIT ASAM, TBK, SOUTH SUMATRA.

By

Ariyan Wicaksono

Analysis of the quality of coal cores and coal mine brand Air Laya 72 at PT. Bukit Asam Tanjung Enim. The purpose of this study is to know the lithology and seams as well as the specifications of the core and the quality of the coal mine brand at the research site. Knowing what factors cause changes in coal quality and suggestions for prevention. Perform an analysis of coal quality parameters in the laboratory. the value of Total Moisture, Caloric, Ash, Volatile Matter, Fixed Carbon, Total Sulfur according to the Mine Brand that has been determined for coal type AL 72 is 8.57%, 7500 cal/kg, 8.18%, 42.71%, 58.16 %, 1.32% and an average of 6.68%, 7200 cal/kg, 5.17%, 35.92%, 52.22%, 0.78% and for TM core values 5.56%, VM 34,54% , FC 56.81%, Ash 3.38%, CV 7549 cal/kg and TS 0.32 as well as the value of mining brands tested TM 10.93% IM 4.31%, Ash 5.15%, VM 38.31%, FC 52.23%, TS 0.62%, CV 7301 cal/kg. Seen an increase in the value of mining brand TM 5.37% , Ash 1.77%, VM 3.77%, TS 0.30% and a decrease in value FC 4.58% and CV 248 cal/kg compared to the core value, so it can be said that the core value is better than the minebrand value. Factors that cause differences or changes in the quality of coal, namely internal factors and external factors, are usually caused by the formation process such as temperature and long life. Make coal of better quality. Factor externally affected by coal handling facilities.

Keywords: AL 72, Coal quality specifications, Mine Brand, Coal Core.

Judul Skripsi : **PERBANDINGAN ANALISIS PROKSIMAT
KUALITAS CORE BATUBARA DENGAN
MINE BRAND BATUBARA DI PT. BUKIT
ASAM, TBK, SUMATERA SELATAN**

Nama Mahasiswa : **Ariyan Wicaksono**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1515051010

Jurusan : Teknik Geofisika

Fakultas : Teknik



1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Prof. Drs. Ir. Suharno, Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
NIP 19620717 198703 1 002

Pembimbing II

Dr. Ahmad Zaenudin, M.T.
NIP 19720928 199903 1 001

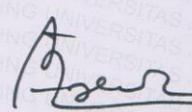
2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

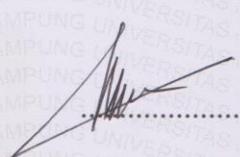
Karyanto S.Si., M.T.
NIP 19691230 199802 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Drs. Ir. Suharno, Ph.D., IPU., ASEAN Eng. 

Sekretaris : Dr. Ahmad Zaenudin, M.T. 

**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Muh Sarkowi, M.Si.** 

2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Drs. Ir. Suharno, Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 29 Oktober 2021

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka, selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 1 Desember 2021

Ariyan Wicaksono

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, Lampung pada tanggal 13 September 1997, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Rahmat Widayat, S.E. dan Ibu Suryanti. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) pada tahun 2003 di TK Kartika II, dilanjutkan ke jenjang Sekolah Dasar di SD Negeri 2 Palapa pada tahun 2003 hingga 2009. Selanjutnya, penulis menempuh pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 25 Bandar Lampung pada tahun 2009 hingga 2012 dilanjutkan di SMA YP UNILA Bandar Lampung pada tahun 2012 hingga 2015. Pada tahun 2015 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa di Universitas Lampung, penulis turut aktif dalam beberapa organisasi kemahasiswaan. Pada tahun 2015, penulis mulai berorganisasi sebagai Anggota Muda Fosi Fakultas Teknik, kemudian menjadi Anggota Multimedia dan Informasi di Hima TG Bhuwana periode 2016/2017, Anggota Himpunan Mahasiswa Geofisika Indonesia Pusat (HMGI Pusat). Pada tahun 2016 penulis diamanahkan sebagai Kepala Staff Kementrian Aksi dan Propaganda BEM Universitas Lampung, lalu pada 2017/2018 penulis diamanahkan sebagai Kepala Divisi Propaganda Kementrian Aksi dan Propaganda BEM Universitas Lampung dan pada tahun 2018/2019 Penulis diamanahkan sebagai Ketua Komisi 5 Bidang hubungan luar DPM Universitas Lampung dan sekaligus menjadi anggota MPM Universitas Lampung. Selain aktif dalam organisasi kemahasiswaan, penulis juga turut aktif menjadi praktikum mata kuliah di Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.

Pada bulan Agustus 2018, penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Kebangsaan di Tiyuh Bujung Sari Marga, Tulang Bawang Barat, Lampung. Pada bulan September 2018 penulis melakukan Kerja Praktek (KP) di PT. Bukit Asam, Tbk. dengan judul penelitian **“ANALISA PERUBAHAN KUALITAS BATUBARA DARI PT.BUKIT ASAM TANJUNG ENIM KE PT.BUKIT ASAM UNIT PELABUHAN TARAHAH DAN PENGARUH COAL HANDLING FACILITY PADA STOCKPILE DENGAN MINE BRAND AL-72 ”**. Kemudian 2019, penulis melakukan penelitian tugas akhir di PT. Bukit Asam, Tbk. hingga akhirnya penulis berhasil menyelesaikan

pendidikan sarjananya pada tanggal 29 Oktober 2021 dengan judul penelitian
**“PERBANDINGAN ANALISIS PROKSIMAT KUALITAS *CORE*
BATUBARA DENGAN *MINE BRAND* BATUBARA DI
PT. BUKIT ASAM, TBK, SUMATERA SELATAN.,**

PERSEMBAHAN

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas pertolongan, rahmat dan karunia-Nya di setiap langkah dalam menuntut ilmu sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Dan skripsi ini saya persembahkan untuk: **BAPAK DAN IBU TERCINTA**

RAKHMAT WIDAYAT

&

SURYANTI

Atas segala kasih sayang, kerja keras dan do'a yang telah kalian berikan padaku sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Terimakasih Bapak dan Ibu atas perjuangan kalian selama ini. Semoga kelak anakmu ini dapat meraih kesuksesan sehingga mampu menjadi kebanggaan untuk keluarga tercinta

KEDUA ADIKKU

RINTAN TIARA PUTRI

RIZTA RAMADANI

Terimakasih atas segala bentuk dukungan dan do'a yang telah kalian berikan.

Semoga kelak kita bisa sukses bersama dan menjadi kebanggaan untuk support system terbaik

HENI HERLINA

Terimakasih atas segala bentuk dukungan dan do'a yang telah diberikan. keluarga tercinta.

**TEKNIK GEOFISIKA UNIVERSITAS LAMPUNG
2015**

Terima kasih atas suka duka yang telah kita lalui bersama, persahabatan dan kekeluargaan selama di perantauan ini. Semoga kita sukses bersama.

Aku sayang kalian.

**KELUARGA BESAR TEKNIK GEOFISIKA UNIVERSITAS LAMPUNG
ALMAMATER TERCINTA UNIVERSITAS LAMPUNG**

&

BEM UNILA 2016-2018

Motto

“Semua yang berantakan bisa dibereskan, tergantung usaha dan timeframe waktunya yang diperpanjang”.

(Pandji Pragiwaksono)

“Kemiskinan tidak bisa dihapus, jika bumi dihentikan sementara dan seluruh orang di bumi diberikan uang yang sama persis tanpa terkecuali, lalu bumi diputar kembali dalam beberapa saat pasti ada kemiskinan lagi di bumi. Kemiskinan berasal dari mental dan gaya hidup yang menyepelkan, itu yang membuat manusia terlena.

(Ariyan Wicaksono)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang maha Esa atas segala limpahan rahmatNya, Shalawat dan Salam semoga selalu untuk nabiNya yakni Muhammad S.A.W.

Kerja Praktek merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus diselesaikan oleh mahasiswa Teknik Geofisika Universitas Lampung. Maka dari itu penulis melakukan Skripsi yang dilaksanakan di PT. Bukit Asam Sumatera Selatan terhitung dari tanggal 1 Agustus 2019 Sampai 27 Februari 2020 dan sebagai bukti bahwa penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah laporan Tugas Akhir atau Skripsi ini yang berjudul “Perbandingan analisis kualitas proksimat kualitas *core* batubara dengan *Mine Brand* batubara di PT. Bukit Asam, Tbk, Sumatera Selatan”.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini telah dilakukan seoptimal mungkin meskipun dianggap belum sempurna, maka dari itu kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan. Selamat membaca dan semoga bermanfaat.

Penulis

Ariyan Wicaksono

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan pertolongan-Nya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Dalam pelaksanaan dan penyelesaian skripsi ini tentunya tidak lepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada pihak-pihak yang bersangkutan yaitu:

1. Bapak Rakhmat Widayat dan Ibu Suryanti tercinta yang tak henti-henti nya berkorban, bekerja keras, berdoa dan selalu mendukung penulis disetiap langkah kehidupan terutama dalam hal pendidikan. Terimakasih telah menjadi *support system* terbaik dalam hidupku. Semoga selalu diberi kesehatan dan dilindungi Allah SWT.
2. Kedua adikku tersayang Rintan Tiara Putri dan Rizta Ramadani yang selalu memberikan semangat dan dukungan untuk penulis, serta *support system* saya Heni Herlina yang selalu memberi dukungan untuk penulis.
3. Bapak Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung, Pembimbing Akademik, dan Pembimbing pertama TA yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan saran dalam proses menempuh pendidikan dan penyelesaian skripsi.
4. Bapak Karyanto, S.Si., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Geofisika,
5. Bapak Dr. Ahmad Zaenudin, M.T. Selaku pembimbing Kedua atas kesediaannya memberikan bimbingan, motivasi dan saran dalam proses penyelesaian skripsi.
6. Bapak Dr. Ir. Muh Sarkowi, M.Si. Selaku penguji TA atas bimbingan dan saran dalam proses penyelesaina skripsi.
7. Dosen-dosen Teknik Geofisika Universitas Lampung terimakasih atas semuailmu yang diberikan dalam proses menempuh pendidikan.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
RIWAYAT HIDUP	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	ix
SANWACANA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Penelitian	1
B. Tujuan Penelitian	2
C. Batasan Masalah	2
D. Manfaat Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Lokasi Penelitian dan Topografi	3
B. Geologi Regional	3
C. Stratigrafi Lapisan Batubara Daerah Penelitian	8
III. TEORI DASAR	
A. Batubara	10
B. Proses Terbentuknya Batubara	10
C. Faktor yang mempengaruhi batubara	11
D. Jenis dan Klasifikasi Batubara	12

E. Parameter Kualitas Batubara	14
F. Pengertian <i>Logging</i>	16
G. Perekaman Data <i>Logging</i>	18
H. Intepretasi Data <i>Logging</i>	19
I. Korelasi Lithologi Bawah Permukaan	19
J. Basis Pelaporan Hasil Analisis Batubara	20
IV. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat	21
B. Alat dan Bahan	22
C. Diagram Alir	22
D. Tahapan Penelitian	24
E. Pengolahan Data	24
F. Intepretasi Data	24
G. Prosedur Penelitian	25
V. HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	31
B. Pembahasan	52

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta Lokasi Penambangan PT. Bukit Asam, Tbk	3
Gambar 2. Peta Geologi Regional Muara Enim Sumatera Selatan.....	4
Gambar 3. Formasi Geologi Regional Muara Enim Sumatera Selatan	7
Gambar 4. Stratigrafi Lapisan Batubara Daerah Tambang Air Laya	9
Gambar 5 Tahapan Penggambutan dan Pematubaraan	14
Gambar 6. Basis Pelaporan Hasil Analisis Batubara	20
Gambar 7. Diagram Alir Uji Pengolahan Data <i>Log</i>	22
Gambar 8. Diagram Alir Perbandingan hasil <i>Core dan Minebrand</i>	23
Gambar 9. Konversi nilai parameter antar basis	30
Gambar 10. Tahap penggambutan dan pematubaraan	32
Gambar 11 Data log Kedalaman 0 sampai 31 Meter	33
Gambar 12 Data log Kedalaman 31 Meter sampai 64 Meter	34
Gambar 13 Data log kedalaman 68 samapai 137 Meter	35
Gambar 14 Data log dari Kedalaman 0 samapi 165 Meter	37
Gambar 15 Data log dari Kedalaman 165 samapi 213 Meter	39
Gambar 16 Data log dari Kedalaman 0 samapi 33 Meter	39
Gambar 17 Data log dari Kedalaman 34 samapi 56 Meter	40
Gambar 18. Hammer Mill	46
Gambar 19. <i>Cross Beater Mill</i> dan <i>Rotary Sample Divider</i>	47
Gambar 20. Pendinginan simple pada suhu norma	47
Gambar 21. <i>Par Calorimeter</i>	48
Gambar 22. <i>Free Space Oven</i>	49
Gambar 23. <i>Volatile Matter Furnace</i>	49
Gambar 24. <i>Ash Furnace</i>	50
Gambar 25. <i>Sulfur Furnace</i> Jenis Leco-144DR	50
Gambar 26. Grafik perbandingan uji proksimat antar <i>seam</i>	53
Gambar 27. Grafik perbandingan Kalori antar <i>seam</i>	53
Gambar 28. Grafik perbandingan minebrand, core dan nilai standar.....	56

Gambar 29. Grafik Perbandingan nilai kalori dengan nilai nilai standar....	56
Gambar 30. Grafik perbandingan uji proksimat antar <i>seam</i>	57
Gambar 31. Perbandingan nilai kalori dengan nilai standar	58
Gambar 32. Perbandingan nilai <i>Minebrand</i> dengan <i>Core</i> standar	59
Gambar 33. Perbandingan nilai CV	59

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Karakteristik Respon Sinar Gamma	17
Tabel 2. Nilai Rapat Massa Batubara	18
Tabel 3. Waktu Kegiatan	21
Tabel 4. Tabel Rata-rata nilai Gamma Ray Density pada tiap seam	41
Tabel 5. Interpretasi Lithologi sumur BGT_20	42
Tabel 6. Interpretasi Lithologi Sumur SD_436	44
Tabel 7. Interpretasi Lithologi ALB_327	44
Tabel 8. Tabel Data Kualitas	51
Tabel 9. Perbandingan nilai GR dan Density kepada Uji Proksimat	58
Tabel 10. Nilai uji proksimat di Lab PT. Bukit Asam, Tbk	51
Tabel 11. Nilai uji proksimat rata rata (Ar) Core di Lab	51

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sebagai salah satu sumber energi terbesar selain minyak dan gas bumi, batubara juga sebagai sumber energi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energy dan bahan bakar pembangkit tenaga listrik, semen, produksi semen, bahan kimia, alumunium dan industri lainnya. Batubara sendiri adalah batuan sedimen organik yang dapat terbakar, berasal dari akumulasi pengendapan bahan tumbuhan dalam kondisi tertutup dari udara yang terkena pengaruh panas serta tekanan yang berlangsung lama. Memiliki warna coklat sampai hitam yang sejak pengendapan terkena proses kimia dan fisika yang mengakibatkan kandungan karbon semakin kaya.

Kebutuhan batubara yang semakin meningkat dan tingginya harga minyak dunia pada saat ini mendorong eksplorasi penemuan endapan batubara dan penentuan besarnya cadangan batubara suatu daerah. Dengan salah satu metode eksplorasi yaitu menggunakan metode *well logging* geofisika. *Logging* geofisika merupakan proses peredaman dan pengukuran sifat-sifat fisis batuan dari suatu formasi pada setiap kedalaman secara tepat dengan menggunakan serangkaian alat. Sementara *well log* merupakan catatan yang mencakup semua data yang dikumpulkan selama pengeboran dan diperlukan untuk mendapatkan gambaran yang terperinci mengenai stratigrafi batuan yang ada di permukaan bumi.

Metode *well logging* merupakan salah satu metode geofisika aktif dimana dalam akuisisinya yaitu dengan menembakkan gelombang radioaktif kedalam bumi untuk mengetahui lapisan bawah permukaannya. Yang sebagaimana diketahui bahwa lapisan batuan memiliki unsur radioaktif yang setelah berinteraksi dengan gelombang radioaktif yang ditembakkan oleh transmitter dan ditangkap oleh detector sehingga dapat dihasilkan rekaman berupa log *Gamma Ray* dan log *Density*.

Dalam eksplorasi batubara *logging* merupakan salah satu cara untuk mendapatkan data sifat-sifat fisis batuan dengan resolusi *vertical* yang baik. *Log* yang biasa digunakan dalam eksplorasi batubara adalah kombinasi dari alat-alat ukur densitas dan sinar gamma yang merupakan log radioaktif. *Logging* geofisika untuk batubara dirancang tidak hanya untuk mendapatkan informasi geologi, kedalaman dan ketebalan tetapi juga untuk memperoleh berbagai data.

B. Tujuan

Adapun tujuan dari Laporan ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan litologi bawah permukaan area Tambang Air Laya (TAL) dengan data *Logging*.
2. Menentukan seam bawah permukaan area Tambang Air Laya (TAL) dengan data *Logging*
3. Menentukan Kualitas *Core* batubara yang ada di area Tambang Air Laya (TAL) berdasarkan analisis proksimat.
4. Menentukan Kualitas *Mine Brand* batubara yang ada di area Tambang Air Laya (TAL) berdasarkan analisis proksimat.
5. Membandingkan Kualitas *Core* Batubara dan *Mine Brand* Batubara yang ada di area Tambang Air Laya (TAL) berdasarkan analisis proksimat.

C. Batasan Masalah

Batasan Masalah yang ada adalah untuk mengetahui litologi dan seam untuk menentukan kualitas *core* dan *mine brand* batubara serta membandingkan kualitas antara nilai *core* dan nilai *minebrand* batubara di daerah Tambang Air Laya (TAL).

D. Manfaat

Manfaat yang didapatkan dari hasil penelitian ini yaitu dapat memahami hubungan antara *logging* dengan data kualitas batubara serta menganalisa *core* dan hasil *mine brand*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Lokasi Penelitian dan Topografi

Lokasi penelitian berada di perusahaan pertambangan batubara yakni PT. Bukit Asam Tbk tepatnya di Tambang Air Laya (TAL). Secara geografis lokasi penelitian terletak pada $3^{\circ}42'30''$ - $4^{\circ}47'30''$ LS dan $103^{\circ}50'10''$ BT dan berada di daerah Tanjung Enim, Kabupaten Muara Enim. Daerah Tanjung Enim sendiri terletak ± 247 km di bagian Baratdaya Kota Palembang ± 520 km di sebelah Timur Kota Bengkulu.

Wilayah pengembangan terbagi menjadi 3 blok, yaitu Banko yang terletak di sebelah Timur Daerah Tanjung Enim, Tambang Air Laya di sebelah Utara Daerah Tanjung Enim, dan Muara Tiga Besar di sebelah Timur Kota Lahat. Tambang Air Laya (TAL) memiliki luas area ± 7621 Ha, Muara Tiga Besar (MTB) memiliki luas ± 3300 Ha, dan Banko Barat memiliki luas ± 4500 Ha (Gambar 1).



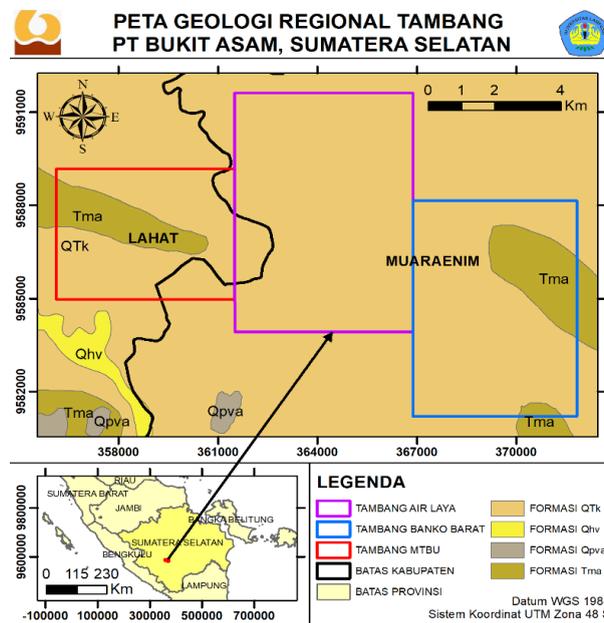
Gambar 1. Peta Lokasi Penambangan PT. Bukit Asam, Tbk.

B. Geologi Regional

Cekungan Sumatra Selatan dan tengah mempunyai sejarah pembentukan yang sama dimana cekungan tersebut merupakan suatu cekungan busur belakang atau *back-arc basin*. Kedua cekungan ini dibatasi oleh suatu tinggian yang

mempunyai arah Timurlaut–Baratdaya melalui bagian Utara Pegunungan Tiga Puluh. Cekungan-cekungan yang bentuknya asimetrik dibatasi disebelah baratdaya oleh sesar-sesar dan singkapan batuan Pra-Tersier yang terangkat sepanjang kaki Pegunungan Barisan dan disebelah Timur Laut dibatasi oleh formasi sedimen dari paparan Sunda. Disebelah selatan dan timur, daerah cekungan dibatsi oleh daerah tinggian Lampung. Pada cekungan Sumatra Selatan dan Jambi terdapat beberapa bentuk struktur akibat aktivitas tektonik Tersier Pulau Sumatra yang terdiri dari beberapa periode tektonik.

Cekungan Sumatra Selatan dibagi menjadi Sub-Cekungan Jambi dan Sub-Cekungan Palembang. Kedua sub cekungan ini dipisahkan oleh sesar-sesar utama yang berhubungan dengan batuan dasar. Sesar-sesar utama tersebut antara lain sesar Lematang yang berarah Baratlaut-Tenggara dan sesar Kikim dengan arah Utara-Selatan. Berdasarkan posisi tektoniknya, cekungan Sumatra Selatan merupakan cekungan belakang busur. Selain telah terjadi tektonik regional maupun local sepanjang zaman tersier, diikuti pula proses sedimentasi pada daerah cekungan. Disamping itu perubahan muka air laut secara global juga turut dalam proses sedimentasi di cekungan Sumatra Selatan (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Geologi Regional Muara Enim Sumatera Selatan.

Sub cekungan Jambi merupakan bagian dari cekungan Sumatra Selatan yang merupakan cekungan belakang busur yang berumur Tersier dan terbentuk akibat tumbukan antara *Sunda land* dan Lempeng Hindia. Secara geografis, sub cekungan Jambi dibatasi oleh Pegunungan Tigapuluh di sebelah Utara, Tinggian Lampung di bagian Selatan, paparan Sunda di sebelah Timur, dan Bukit Barisan di sebelah Barat (Gambar 2).

Tatanan stratigrafi sub cekungan Jambi pada dasarnya terdiri dari satu siklus besar sedimentasi dimulai dari fase transgresi pada awal siklus dan fase regresi pada akhir siklusnya. Secara detil siklus ini dimulai oleh siklus non marinnya itu dengan diendapkannya Formasi Lahat pada Oligosen awal dan kemudian diikuti oleh Formasi Talang Akar yang diendapkan secara tidak selaras di atasnya. Formasi Talang Akar merupakan suatu endapan kipas alluvial dan endapan sungai teranyam yang mengisi suatu cekungan. Fase transgresi terus berlangsung hingga Miosen Awal dimana pada kala ini berkembang, Batuan karbonat yang diendapkan pada lingkungan *back reef*, *fore reef*, dan *intertidal* (Formasi Baturaja) pada bagian atas Formasi Talang Akar. Fase transgresi maksimum ditunjukkan dengan diendapkannya Formasi Gumai bagian bawah secara selaras di atas Formasi Baturaja yang terdiri dari batu serpih laut dalam.

Fase regresi dimulai dengan diendapkannya Formasi Gumai bagian atas dan diikuti oleh pengendapan Formasi Air Benakat yang didominasi oleh litologi batu pasir pada lingkungan pantai dan delta. Formasi Air Benakat diendapkan secara selaras di atas Formasi Gumai. Pada Pliosen Awal, laut menjadi semakin dangkal dimana lingkungan pengendapan berubah menjadi laut dangkal, paludal, daratan delta dan *non marine* yang dicirikan oleh persilangan antara batupasir dan batu lempung dengan sisipan batubara (Formasi Muara Enim). Tipe pengendapan ini berlangsung hingga Pliosen Akhir dimana diendapkannya lapisan batu pasir tufaan, *pumice* dan konglomerat.

Berikut ini adalah formasi yang terbentuk di kelompok Telisa dan kelompok Palembang (Gambar 3):

1. Kelompok Telisa

a. Formasi Lahat

Formasi Lahat merupakan suatu rangkaian breksi vulkanik yang tebal, tuff, endapan lahar dan aliran lava dan dicirikan dengan sisipan batupasir kuarsa. Anggota Formasi Lahat diendapkan pada lingkungan darat, serta berumur Eosen-Oligosen Awal.

b. Formasi Talang Akar

Setelah pengendapan Formasi Lahat, terjadi proses erosi secara regional. Bukti erosi ini ditandai dengan formasi Talang Akar yang diendapkan secara tidak selaras diatas Formasi Lahat. Setelah masa hiatus umur Oligosen tengah kemudian diendapkan sedimen pada topografi yang rendah pada Oligosen akhir. Lingkungan pengendapannya berkisar dari lingkungan sungai teranyam dan sungai menader yang berubah menjadi lingkungan delta front dan lingkungan prodelta. Formasi Talang Akar berakhir pada masa transgresi maksimum dengan munculnya endapan laut pada cekungan selama Miosen awal.

c. Formasi Klastik Pra-Baturaja

Formasi ini merupakan sedimen klastik dengan variasi yang kompleks dan ditemukan diantara Formasi Lahat dan Formasi Baturaja lingkungan laut, berumur Miosen awal. Bagian dasarnya yang berupa sedimen vulkanik klastik dan lempung akustrin disebut Formasi Lemat. Formasi Lemat merupakan fasies distal dari Formasi Lahat, dapat juga dikatakan sebagai unit yang lebih muda dan kaya material jatuhan dari Formasi Lahat.

d. Formasi Baturaja

Formasi ini dicirikan dengan kehadiran batu gamping yang berada disekitar bagian dasar Formasi Telisa. Formasi Baturaja ini masuk ke dalam rentang umur yang ekuivalen dengan *foraminifera planktonic* dengan kisaran umur N5-N6 atau Miosen awal.

e. Formasi Gumai

Puncak transgresi pada cekungan Sumatra Selatan dicapai pada waktu pengendapan Formasi Gumai, sehingga formasi ini mempunyai penyebaran yang sangat luas pada cekungan Sumatra Selatan. Formasi ini diendapkan selaras diatas Formasi Baturaja dan anggota transisi Talang Akar. Dicitrakan dengan adanya batulempung tebal berwarna abu-abu gelap. Terdapat foraminifera planktonik yang membentuk lapisan tipis berwarna putih, *tuff* berwarna keputihan serta lapisan turbidit berwarna coklat yang tersusun dari material andesit tufaan.

2. Kelompok Palembang

a. Formasi Air Benakat

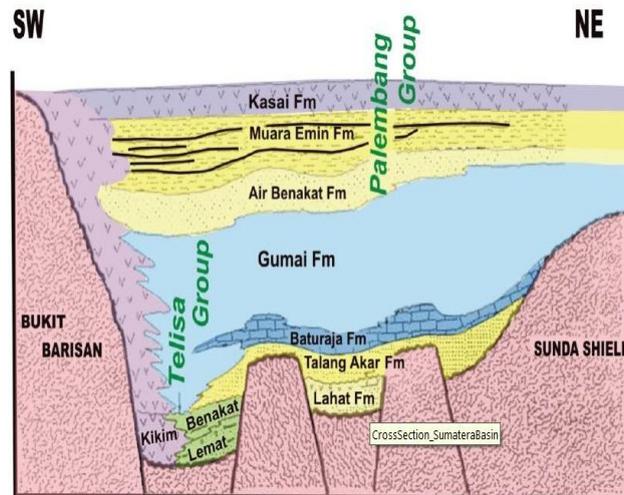
Formasi ini diendapkan secara selaras diatas Formasi Gumai dan merupakan awal dari fase regresi. Didominasi oleh *shale* sisipan batu lanau, batupasir, dan batugamping. Ketebalannya antara 100-1000 m. Berumur Miosen tengah sampai Miosen akhir dan diendapkan di laut dangkal.

b. Formasi Muara Enim

Bagian atas dan bawah formasi ini dicirikan oleh keterdapatannya lapisan batubara yang menerus lateral. Ketebalan formasi sekitar 500-700 m dan 15% nya merupakan batubara. Bagian formasi yang menipis, lapisan batubara nya juga ikut menipis. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat subsidance penting dalam pengendapan batubara. Formasi ini berumur Miosen akhir-Pliosen awal dan diendapkan selaras diatas Formasi Air Benakat pada lingkungan laut dangkal, paludal, dataran delta dan non *marine*.

c. Formasi Kasai

Litologi formasi ini berupa pumice tuffan, batupasir tuffan dan batu lempung tuffan. Fasies pengendapannya di aluvial dan aluvial dengan sedikit ashfall (jatuhan erupsi vulkanik non andesit). Pada formasi ini hanya ditemukan sedikit fosil berupa mollusca air tawar dan fragmen tumbuhan. Umur formasi ini adalah Pliosen akhir hingga Pliosen.



Gambar 3. Formasi Geologi Regional Muara Enim Sumatera Selatan (Koesoemadinata, 1978).

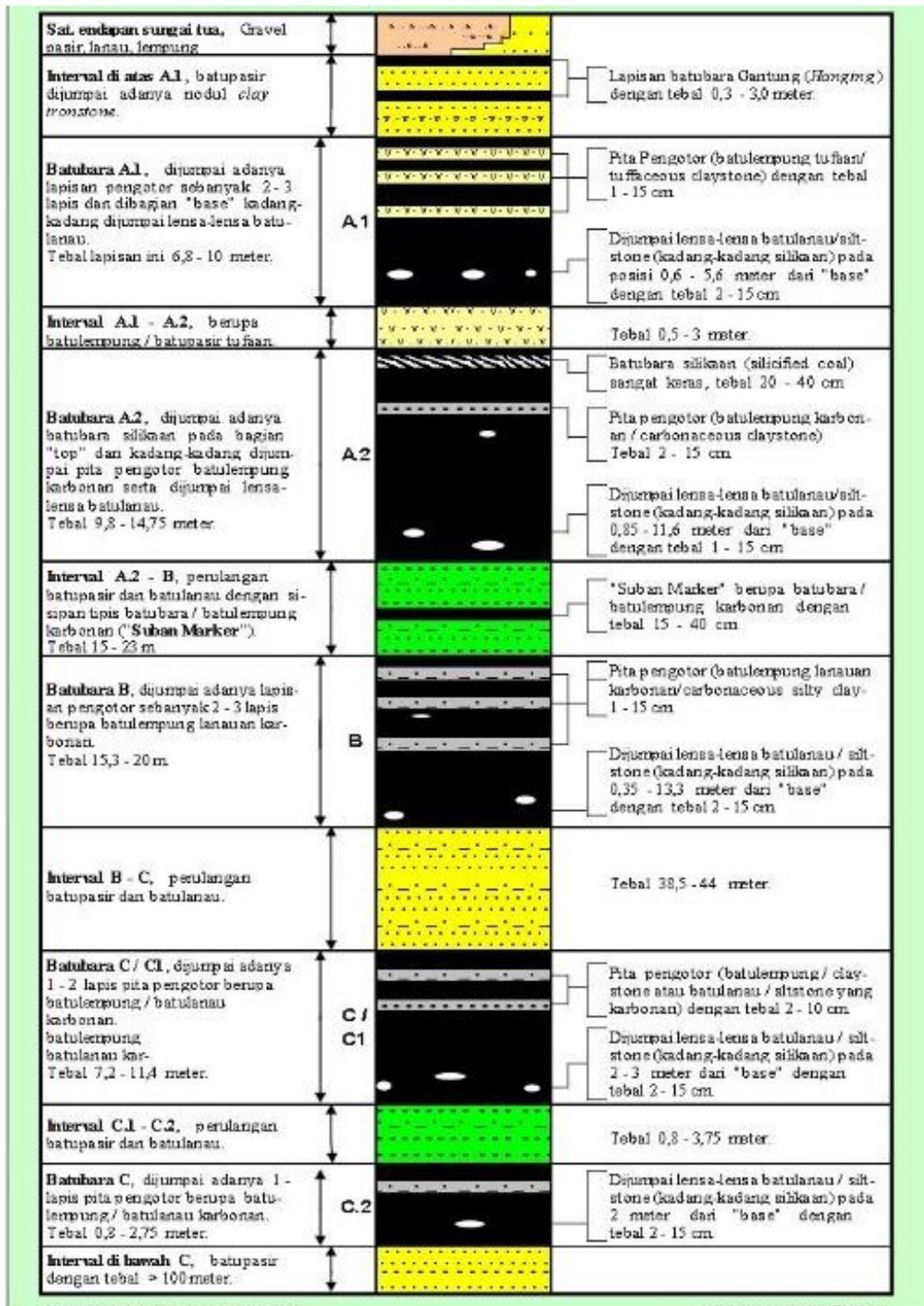
C. Stratigrafi Lapisan Batubara Daerah Penelitian

Terdapat 5 lapisan batubara di daerah Bukit Asam yang berpotensi dan bernilai ekonomis untuk di tambang. Adapun stratigrafi Tanjung Enim dari tua ke muda adalah sebagai berikut (Gambar 4):

1. Lapisan batubara Petai (Batubara C) Lapisan ini mempunyai ketebalan 7-10 meter berwarna hitam mengkilat dan mengandung lapisan pengotor batubara lempung dan batulanau dengan ketebalan sekitar 10-15 cm. Interburden antara batubara C dengan batubara B2 dicirikan oleh batupasir dengan sisipan batu lanau dengan ketebalan 20-40 m dan batulempung berwarna abu-abu terang.
2. Lapisan batubara suban bawah (batubara B2) Mempunyai ketebalan 4-5 meter dengan batubara yang berwarna hitam kecoklatan dengan tidak teratur dan terdapat mineral *pyrite* di dalam batubara ini. Interburden antara batubara B1 dan B2 dicirikan dengan batu lempung masif, batupasir dengan ketebalan lapisan 2-5 m.
3. Lapisan batubara suban bawah (batubara B1) Lapisan ini berwarna hitam mengkilat di sekitar intrusi. Terdapat mineral *pyrite* dan batulempung berwarna hitam dan sangat keras dengan ketebalan kurang dari 5 m Ketebalan lapisan ini sekitar 8-12 m.

Interburden antar lapisan A2 dan B1 dicirikan dengan adanya batulempung dan batulempung lanauan berwarna kelabu dan massif, serta mengandung mineral pyrite, memiliki ketebalan 15-23 m dan terdapat lapisan batubara tipis (suban marker).

4. Lapisan batubara mangus atas (batubara A2) Lapisan ini memiliki ketebalan 5-12,9 m. Pada bagian top dijumpai batubara silika yang sangat keras dengan tebal 20-40 cm. Pita pengotor berupa batulempung karbonan dengan tebal 2-15 cm. Dijumpai lensa batulanau atau terkadang silikaan pada 0,9-4,5 m dari base dengan tebal 1-15 cm. Interburden lapisan batubara A2-A1 dicirikan dengan adanya batupasir tuffan, dan batulempung dengan tebal 0,5-2 m.
5. Lapisan batubara mangus bawah (batubara A1) Memiliki ketebalan 6,5-10 m. Terdapat 3 buah pita berwarna putih dengan tebal kurang dari 40 m yang bersisipan batulempung tuffan. *Overburden* lapisan ini dicirikan oleh batulempung berwarna abu gelap kehijauan serta batulempung besi yang sangat keras berwarna coklat kemerahan dengan ketebalan seluruhnya sampai batubara yang dinamakan *Hanging Seam*. Lapisan ini tidak ditambang karena tidak bernilai ekonomis.



Gambar 4. Stratigrafi Lapisan Batubara Daerah Tambang Air Laya (Anonim, 2010).

III. TEORI DASAR

A. Batubara

Batubara adalah batuan sedimen yang bersifat padat, berwarna gelap, dapat dibakar dan terbentuk dalam waktu yang lama dari tumbuhan yang telah mengalami proses pematubaraan (*coalification*). Batubara sebagai bahan bakar fosil yang terdapat dalam jumlah besar terdiri dari unsur karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur. Batubara dapat dimanfaatkan sebagai bahanbaku industri dan sebagai sumber energi dengan dibakar untuk menghasilkan kalor (Sukandarrumidi, 1995).

B. Proses terbentuknya Batubara

Batubara terbentuk dengancara yang sangat kompleks dan memerlukan waktu yang lama dibawah pengaruh fisika, kimia dan geologi. Agar dapat memahami bagaimana terbentuknya batubara yang berasal dari tumbuh-tumbuhan maka perlu diketahui dimana batubara dan faktr-faktor yang mempengaruhi serta bentuk lapisan batubara. Menurut Sukandarrumidi 1995 terdapat dua macam teori yang menyatakan tempat terbentuknya batubara, yaitu:

1. Teori Insitu

Menyatakan bahwa bahan pembentuk dari lapisan batubara terbentuk dimana tumbuhan-tumbuhan asal itu berada. Dengan begitu setelah tumbuhan tersebut mati belum mengalami proses transportasi lalu segera tertimbun oleh lapisan sedimen dan mengalami proses *coalification*. Jenis batubara yang terbentuk dengancara ini mempunyai penyebaran yang luas dan merata. Kualitas yang terbentuk dari proses ini juga lebih baik karena Kadar abu relatif kecil.

2. Teori Drift

Teori ini menyatakan bahwa bahan-bahan pembentuk lapisan batubara terbentuk ditempat yang berbeda dengan tempat tumbuh-tumbuhan asal itu berada. Kemudian setelah tumbuhan tersebut mati lalu diangkut oleh media

air dan berakumulasi di suatu tempat yang kemudian tertimbun oleh lapisan sedimen dan mengalami proses *coalification*. Jenis batubara yang terbentuk pada proses ini memiliki persebaran yang tidak luas dan hanya dijumpai di berbagai tempat. Memiliki kualitas yang kurang baik karena banyak mengandung material pengotor yang terangkut bersama selama proses persebaran dari tempat asal ke tempat yang tersedimentasi. Pada proses pembentukan batubara dalam teori ini dapat ditemukan pada lapangan batubara di daerah delta Mahakam Purba di Kalimantan Timur.

C. Faktor yang mempengaruhi pembentukan Batubara

Batubara terbentuk dengan cara yang kompleks dan memerlukan waktu hingga jutaan tahun, dibawah pengaruh fisika, kimia dan juga geologi. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan batubara adalah:

1. Geoteknik

Suatu tempat yang keberadaanya dipengaruhi oleh Gaya tektonik lempeng. Dalam pembentukan cekungan batubara, posisi geoteknik ini merupakan factor yang dominan. Posisi ini mempengaruhi iklim local dan morfologi cekungan batubara. Posisi Geoteknik ini juga mempengaruhi proses metamorfosa organik dan struktur dari lapangan batubara melalui masa sejarah setelah pengendapan akhir.

2. Paleomorfologi

Morfologi dari cekungan saat pembentukan gambut menentukan penyebaran rawa-rawa dimana batubara tersebut terbentuk.

3. Paleoklimat

Kelembaban memiliki peranan yang penting dalam pembentukan batubara dan merupakan factor pengontrol pertumbuhan flora dan kondisi yang sesuai. Temperature yang lembab pada iklim tropis pada umumnya sesuai untuk pertumbuhan flora. Hutan rawa tropis memiliki siklus pertumbuhan setiap 7-9 tahun dengan ketinggian pohon mencapai 30 m.

4. Penurunan

Dalam penurunan cekungan batubara dipengaruhi oleh gaya-gaya tektonik. Jika penurunannya seimbang maka menghasilkan endapan batubara yang tebal. Transgresi dan regresi juga mempengaruhi pertumbuhan dan pengendapannya, itu menyebabkan terjadi infiltrasi material dan mineral yang mempengaruhi mutu batubara yang terbentuk.

5. Umur Geologi

Pada masa perkembangannya secara tidak langsung membahas sejarah pengendapan batubara dan metamorfosa organik, semakin tua umur batuan maka semakin dalam penimbunan yang terjadi sehingga dapat terbentuk batubara dengan kualitas yang tinggi. Namun umur yang lebih tua belum tentu menunjukkan kualitas yang bagus karena ada resiko mengalami deformasi tektonik yang membentuk struktur perlipatan atau patahan pada lapisan batubara.

6. Tumbuhan

Tumbuhan merupakan unsur utama pembentukan batubara, pertumbuhannya terakumulasi pada suatu lingkungan dan zona fisiografi dengan iklim dan topografi tertentu merupakan faktor penentu terbentuknya berbagai macam tipe batubara.

7. Dekomposisi

Dekomposisi merupakan proses dari transformasi biokimia organik yang merupakan titik awal dari seluruh alterasi. Dalam pertumbuhan gambut, sisa tumbuhan mengalami perubahan baik secara fisik maupun kimiawi. Proses degradasi berperan setelah tumbuhan mati

8. Metamorfosa organik

Pada tingkat penimbunan oleh sedimen baru sementara proses degradasi Biokimia tidak lagi berperan. Selama proses ini terjadi pengurangan air lembab, oksigen, zat terbang serta bertambahnya presentase karbon padat, belerang dan kandungan abu.

D. Jenis dan Klasifikasi Batubara

Klasifikasi batubara berdasarkan tingkat energinya (SNI 13-6011-1999) dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu batubara energi rendah dan batubara energi tinggi.

1. Batubara energi rendah (*Brown Coal*)

Merupakan jenis batubara yang paling rendah peringkatnya mudah rapuh, lunak, memiliki air tinggi (10-70%) terdiri dari batubara energi rendah lunak (*soft brown coal*) dan batubara lignitik yang memperlihatkan struktur kayu. Nilai kalorinya <7000 kalori per gram.

2. Batubara energi tinggi (*Hard Coal*)

Semua jenis batubara yang peringkatnya lebih tinggi dari *brown coal* itu kompak, tidak mudah rapuh, bersifat lebih keras, memiliki kadar air yang relatif rendah, umumnya struktur kayu tidak tampak lagi, dan pada saat penanganan (*coal handling*) relatif tahan terhadap kerusakan fisik. Nilai kalorinya >7000 kalori per gram (dalam bentuk dry-ASTM).

Klasifikasi batubara membagi batubara berdasarkan *rank*, tingkat pembatubaraan dan kualitas batubara. Klasifikasi batubara berdasarkan tingkat pembatubaraan, biasanya digunakan untuk menentukan pemanfaatannya. Secara umum batubara digolongkan menjadi empat tingkatan yaitu lignit (*lignite*), sub bituminus (*sub bituminous*), bituminus (*bituminous*), dan antrasit (*antrasite*). Klasifikasi batubara menurut ASTM (*American Society for testing material*) adalah sebagai berikut (Gambar 5).

1. Lignit

Lignit ditandai dengan kondisi fisik berwarna hitam dan sangat rapuh, nilai kalori rendah, Kadar air tinggi yaitu sekitar 30%-40%, Kadar abu tinggi, dengan nilai kalori sebesar 4.000 – 5.000 kkal/kg.

2. Sub Bituminus

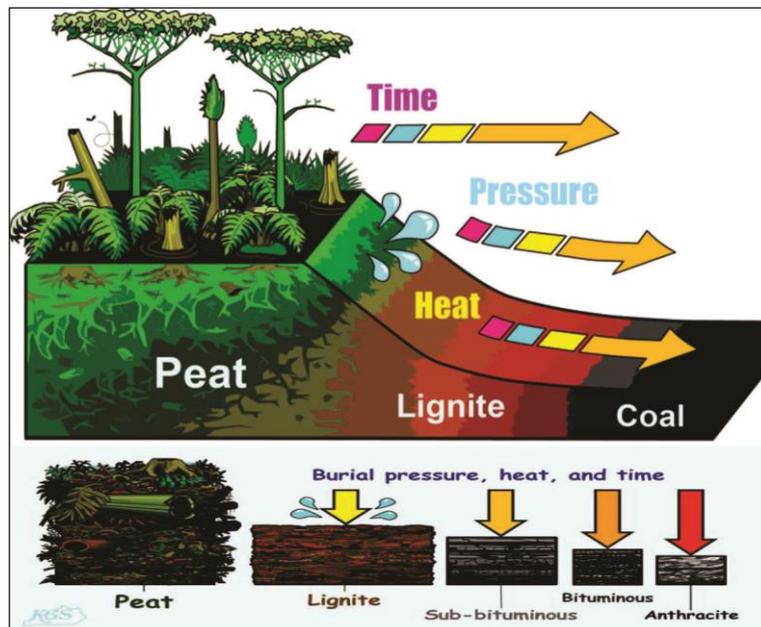
Batubara sub bituminus mengandung zat terbang yang cukup tinggi, Kadar karbon yang lebih tinggi daripada lignit dan memiliki Kadar air total sebesar 15–30% serta nilai kalori 5.000–6.000 kkal/kg.

3. Bituminus

Batubara bituminus ditandai dengan warna hitam mengkilap, mengandung karbon tinggi yaitu sekitar 80 % dari beratnya dengan Kadar abu dan sulfur rendah. Kadar air total batubara bituminus sampai dengan 15% dan nilai kalori 6.000–7.500 kkal/kg.

4. Antrasit

Batubara antrasit merupakan batubara peringkat tertinggi dengan nilai kalori lebih dari 7.500 kkal/kg. Batubara antrasit berbentuk padat, keras dan berwarna mengkilap. Batubara antrasit mengandung 86%-98% karbon dari beratnya dan mengandung zat terbang kurang dari 5%. (Sukandarrumidi, 2008).



Gambar 5. Tahapan Penggambutan dan Pematubaraan (Kentucky Geological Survey, 2012).

E. Parameter kualitas batubara

1. Moisture

Kandungan air yang terdapat pada lapisan batubara, terbagi menjadi 3 yaitu:

- Total Moisture* yaitu kandungan air total atau banyaknya air yang terkandung pada lapisan batubara sesuai dengan kondisi yang terikat

secara kimiawi maupun akibat kondisi luar seperti iklim, ukuran batuan dan proses penambangan.

- b. *Free Moisture* merupakan kandungan air bebas yaitu air berada di permukaan batubara akibat pengaruh dari luar seperti cuaca/iklim.
- c. *Inherent Moisture* yaitu kandungan air yang merupakan kandungan air bawaan pada saat pembentukan batubara.

2. Ash

Merupakan kandungan debu atau sisa zat anorganik yang terbentuk dalam batubara setelah dibakar. Kandungan abu dapat dihasilkan dari pengotor bawaan dalam proses pembentukan batubara maupun pengotoran yang berasal dari proses penambangan. Kandungan abu terutama Na_2O sangat berpengaruh pada titik leleh abu dan dapat menimbulkan pengotoran/kerak pada alat.

3. Volatile Matter

Zat terbang yaitu zat aktif yang menghasilkan energi panas apabila batubara tersebut dibakar. Umumnya terdiri dari gas yang mudah terbakar seperti hidrogen, karbon monoksida dan metan. Zat terbang ini sangat erat kaitannya dengan *rank* batubara, semakin rendah kandungan VM nya maka semakin baik kelasnya. Dalam pembentukan batubara dengan VM tinggi mempercepat pembakaran karbon padat maka akan menghasilkan nyala yang panjang dan sebaliknya. Antrasit dapat disebut *short flaming coal* karena memiliki nilai kalor yang tinggi penggunaannya sebagai bahan bakar dalam tanur putar kurang disukai, karena dapat menghasilkan nyala yang panjang dengan suhu yang relatif rendah. VM merupakan salah satu parameter yang sangat penting dalam klasifikasi batubara, disamping itu juga dipakai sebagai parameter dalam penentuan proporsi pencampuran.

4. Fixed Carbon

Kandungan karbon tertambang (FC) yaitu karbon yang tertinggal sesudah terdeterminasikan sebagai zat terbang. Dengan adanya pengeluaran zat terbang dan kandungan air, maka karbon tertambat secara otomatis akan naik sehingga makin tinggi kandungan karbon maka kelas batubara semakin naik.

5. Calorific Value (CV)

Penjumlahan dari harga-harga panas pembakaran unsur pembentuk batubara. *Gross Calorific Value* (GCV) merupakan nilai kalor yang biasa dipakai sebagai laporan analisis.

6. Total Sulfur

Kandungan sulfur yang terdapat dalam batubara baik yang terikat atau terbentuk sebagai senyawa organik, pyrit maupun senyawa organik. Pada umumnya terdapat 2 metode analisa yang digunakan untuk mengetahui kualitas batubara yaitu *air dried base* (adb) dan *as received* (ar) Analisa air-dried base (adb) adalah analisa contoh batubara yang dilakukan dalam keadaan kelembaban udara sekitarnya. Contoh batubara didiamkan beberapa waktu sehingga kandungan moisture berkurang. Sedangkan analisa *as received* (ar) adalah analisa contoh batubara yang langsung dilakukan ketika contoh tersebut diterima di laboratorium sehingga kandungan moisture saat pengambilan contoh batubara sangat berpengaruh terhadap nilai kualitas.

F. Pengertian Well Logging

Geophysics well logging merupakan suatu metode geofisika yang mengukur besaran-besaran fisik batuan reservoir yang memberikan informasi bawah permukaan meliputi karakteristik litologi, ketebalan lapisan, kandungan fluida, korelasi struktur dan kontinuitas batuan lubang bor (Gordon H, 2004).

Survey geofisika tahanan jenis dapat menghasilkan informasi perubahan variasi harga resistivitas baik arah lateral maupun arah vertical. *Logging* geofisika untuk eksplorasi batubara dirancang tidak hanya mendapatkan informasi geologi, tetapi memperoleh berbagai data lain, seperti kedalaman, ketebalan dan kualitas

lapisan batubara dan sifat mekanik batuan yang menyertai penambahan batubara. (Loke, 1999).

1. Log Gamma Ray

Log sinar gamma ray mengukur radiasi alami yang dipancarkan oleh batuan. Radiasi sinar gamma yang diukur pada penampang lubang bor berasal dari isotop potassium K40 (kalium), uranium dan thorium. Sumber utama radioaktifitas dalam batuan umumnya adalah dari isotop potasium K40 yang banyak terdapat dalam mineral lempung dan batulanau yang kaya lempung. Dengan demikian metode sinar gamma ini berarti pengukuran Kadar mineral lempung dalam batuan. Batubara dengan kualitas baik dan batupasir bersih (*clean sandstone*) memiliki tingkat radiasi alami yang sangat kecil. Bertambahnya kehadiran lempung sebagai parting dalam batubara dan sebagai klastika ataupun matriks lempung dalam batupasir menyebabkan bertambahnya tingkat radiasi alami batubara dan batupasir. Log gamma ray dikalibrasi berdasarkan *American Petroleum Institute (API) Standards*, sehingga log biasanya menggunakan satuan API Unit (APIU). Batubara umumnya memiliki defleksi pembacaan di bawah *sandline* (<20 API unit), karena mempunyai kandungan radioaktif sangat rendah. Pada log sinar gamma, *shale baseline* bisa digambarkan dengan pembacaan batulempung sebesar 100%. Pembacaan di bawah shale line menandakan bertambahnya kehadiran batupasir, batugamping, dan batubara, sedangkan pembacaan diatas shale line menunjukkan lapisan shale marine dengan kandungan uranium yang tinggi. *Sand base line* digambarkan untuk memperlihatkan pembacaan batupasir secara umum. Defleksi di bawah *sandline* biasanya memperlihatkan kehadiran batugamping dan batubara, sedangkan defleksi diantara *shaleline* dan *sandline* biasanya memperlihatkan gradasi antara batupasir dan batu lempung (Tabel 1).

Tabel 1. Karakteristik Respon Sinar Gamma.

Radioaktif sangat rendah (0–32,5 API)	Radioaktif rendah (32,5–60 API)	Radioaktif menengah (60–100 API)	Radioaktif sangat tinggi (>100 API)
Anhidrit	Batupasir	Batugranit	Batuserpih
Salt	Batugamping	Batulempung	Abu vulkanik
Batubara	Dolomit	Pasiran	Bentonit

2. Log Densitas

Density Log menunjukkan besarnya densitas lapisan yang ditembus oleh lubang bor sehingga berhubungan dengan porositas batuan. Besar kecilnya density juga dipengaruhi oleh kekompakan batuan dengan derajat kekompakan yang variatif, dimana semakin kompak batuan maka porositas batuan tersebut semakin kecil. Pada batuan yang sangat kompak, harga porositasnya mendekati harga nol sehingga densitasnya mendekati densitas matrik. Log density adalah kurva yang menunjukkan besarnya densitas “*bulk density* (rb)” dari batuan yang ditembus oleh lubang bor. Log densitas digunakan untuk mengukur densitas semu formasi menggunakan sumber radioaktif yang ditembakkan ke formasi dengan sinar *gamma* yang tinggi dan mengukur jumlah sinar *gamma* rendah yang kembali ke detektor. Karakteristik masing-masing batuan pada log densitas adalah sebagai berikut:

- a. Batubara mempunyai densitas yang rendah (1,20–1,80 gr/cc)
- b. Konglomerat mempunyai densitas menengah (2,25 gr/cc)
- c. *Mudstone*, batupasir, batugamping mempunyai densitas menengah sampai tinggi (2,65–2,71 gr/cc)
- d. Batuan vulkanik basa dan batuan vulkanik non basa mempunyai densitas tinggi (2,7–2,85 gr/cc)

Tabel 2 Nilai Rapat Massa Batuan

Jenis batuan	Rapat massa sebenarnya (gr/cc)	Rapat massa saat <i>logging</i> (gr/cc)
<i>Sandstone</i>	2,650	2,684
<i>Limestone</i>	2,710	2,710
<i>Dolomites</i>	2,870	2,876
<i>Anhidrid</i>	2,960	2,977
<i>Antrasite coal</i>	1,400-1,800	1,355-1,796
<i>Bituminous coal</i>	1,200-1,500	1,173-1,514

G. Perekaman Data Logging

Perekaman data logging menggunakan software *WellCad*. Data logging yang telah diperoleh kemudian dicetak dalam lembaran data *logging* dimana terdapat nama perusahaan, nomor lubang bor, lokasi pengeboran, jenis *log*, kedalaman pengeboran, kedalaman alat *logging*, batas atas logging mulai dieksekusi, batas bawah logging selesai dieksekusi, nama perekam *log*, nama geologis penanggung jawab serta kedalaman penggunaan chasing. Selain itu lembar data *logging* juga memuat informasi mengenai grafik hasil pembacaan log gamma dan log densitas yang kemudian dilakukan interpretasi jenis lapisan batuan beserta kedalaman dan ketebalannya.

H. Interpretasi Data Logging

Interpretasi didefinisikan sebagai suatu kegiatan untuk menjelaskan arti dari sesuatu. Sedangkan interpretasi *log* merupakan suatu kegiatan untuk menjelaskan hasil perekaman mengenai berat jenis elektron. Interpretasi *log* dapat menyediakan jawaban mengenai ketebalan lapisan batubara, kedalamannya, korelasi lapisan batubara, jenis batuan *roof* (20 cm di atas lapisan batubara), jenis *floor* (20 cm di bawah lapisan batubara). Mengetahui kondisi lubang bor dan sebagainya. *Log gamma* digunakan bersamaan dengan log densitas yang merupakan log geofisika yang utama dalam eksplorasi batubara.

I. Korelasi Litologi Bawah Permukaan

Menurut sandi stratigrafi Indonesia, korelasi adalah menghubungkan titik-titik kesamaan waktu atau menggabungkan satuan stratigrafi dengan mempertimbangkan kesamaan waktu. Mengacu pada *North American Stratigraphic Code* (1983) ada tiga macam prinsip dari korelasi, yaitu:

1. Litokorelasi, yaitu menghubungkan unit yang samadengan litologi dan posisi stratigrafi nya.
2. Biokorelasi, yaitu menyamakan fosil dan posisi biostratigrafi nya.
3. Kronokorelasi, yaitu menyesuaikan umur dan posisi kronostratigrafi nya.

Korelasi sendiri dapat dipandang sebagai suatu yang langsung maupun tidak langsung. Korelasi langsung adalah korelasi yang tidak dapat dipungkiri secara fisik dan tegas. Pelacakan secara fisik dan kemenerusan unit stratigrafi adalah hanya metode yang tepat untuk menunjukkan persesuaian dari sebuah unit dalam suatu lokal. Korelasi tidak langsung contohnya perbandingan secara visual dari instrumen *well log*, rekaman pembalikan polaritas atau kumpulan fosil. Meskipun demikian, seperti perbandingan mempunyai perbedaan derajat reabilitas.

Korelasi dengan instrumen *Well Log Log* adalah suatu terminologi yang secara original mengacu pada hubungan nilai dengan kedalaman yang diambil dari pengamatan kembali (*mudlog*). Sekarang itu diambil sebagai suatu pernyataan untuk semua pengukuran kedalam lubang sumur (Mustoadji, 2007).

J. Basis Pelaporan Hasil Analisis Batubara

Hasil analisis kualitas batubara di laboratorium dilaporkan dengan menggunakan basis pelaporan tertentu. Berdasarkan ASTM (*American Society for testing material*), beberapa basis pelaporan hasil analisis batubara yang umumnya digunakan adalah sebagai berikut (Sukandarrumidi, 2006) ada di (Gambar 6).

1. *As Received* (Ar)

Batubara hasil dari proses penambangan langsung dianalisis, sehingga masih diperhitungkan *total moisture* dan abu yang ada pada batubara.

2. *Air Dried Based* (Adb)

Basis analisis dimana sampel batubara dikeringkan pada udara terbuka sehingga kandungan *free moisture* hilang pada kondisi temperatur dan kelembaban standar sehingga tidak diperhitungkan lagi. Pada kondisi ini

batubara dalam kondisi dasar udara kering yang masih mengandung abu dan *inherent moisture*.

3. *Dry Based* (Db)

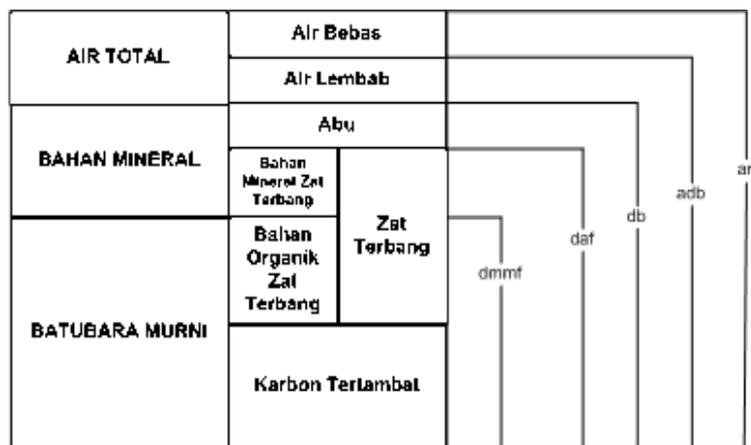
Keadaan batubara kondisi dasar udara kering yang dipanaskan pada suhu standar, sehingga batubara dalam kondisi dasar kering dan bebas dari kandungan air total tetapi masih mengandung abu.

4. *Dry Ash Free* (Daf)

Analisis dilakukan pada sampel batubara dalam keadaan bebas Kadar abu dan kandungan air.

5. *Dry Mineral Matter Free* (Dmmf)

Analisis ini dilakukan pada sampel batubara yang memiliki kondisi bebas dari kandungan air dan bahan anorganik.



Gambar 6. Basis Pelaporan Hasil Analisis Batubara (Sukandarrumidi, 2006).

IV. METODELOGI PENELITIAN

A. Waktu Dan Tempat

Dilaksanakan mulai tanggal 20 Mei 2019 sampai dengan 1 Agustus 2019. Data yang digunakan pada kerja praktik ini adalah data sekunder hasil logging ada sumur bor BGT_20, SD_436 dan ALB_327 di daerah Tambang Air Laya di Proses di Universitas Lampung. Pengerjaan Skripsi ini dilaksanakan d Universitas Lampung mulai dari tanggal 1 Agustus 2019 Sampai 27 Februari 2020 untuk penyelesaiannya (Tabel 3).

Tabel 3. Waktu Kegiatan

Jenis Kegiatan	Bulan			
	Ke 1	Ke 2	Ke 3	Ke 4
Studi Literatur				
Seminar Proposal				
Pengumpulan Data				
Analisis Data dan Diskusi				
Processing				
Seminar Hasil				
Kompre				

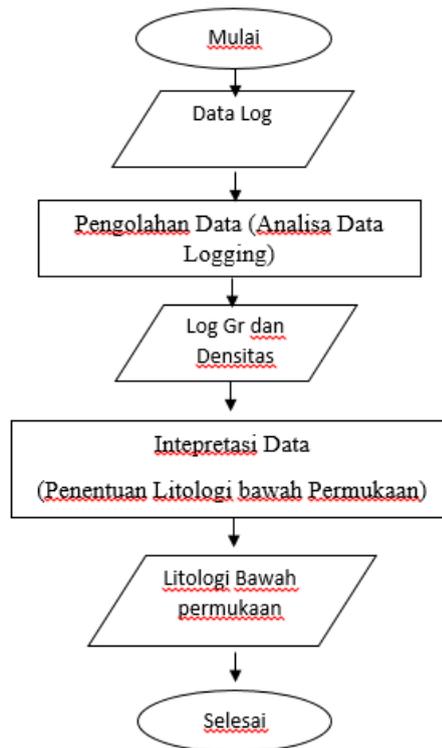
B. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada pelaksanaan kerja praktik ini adalah sebagai berikut:

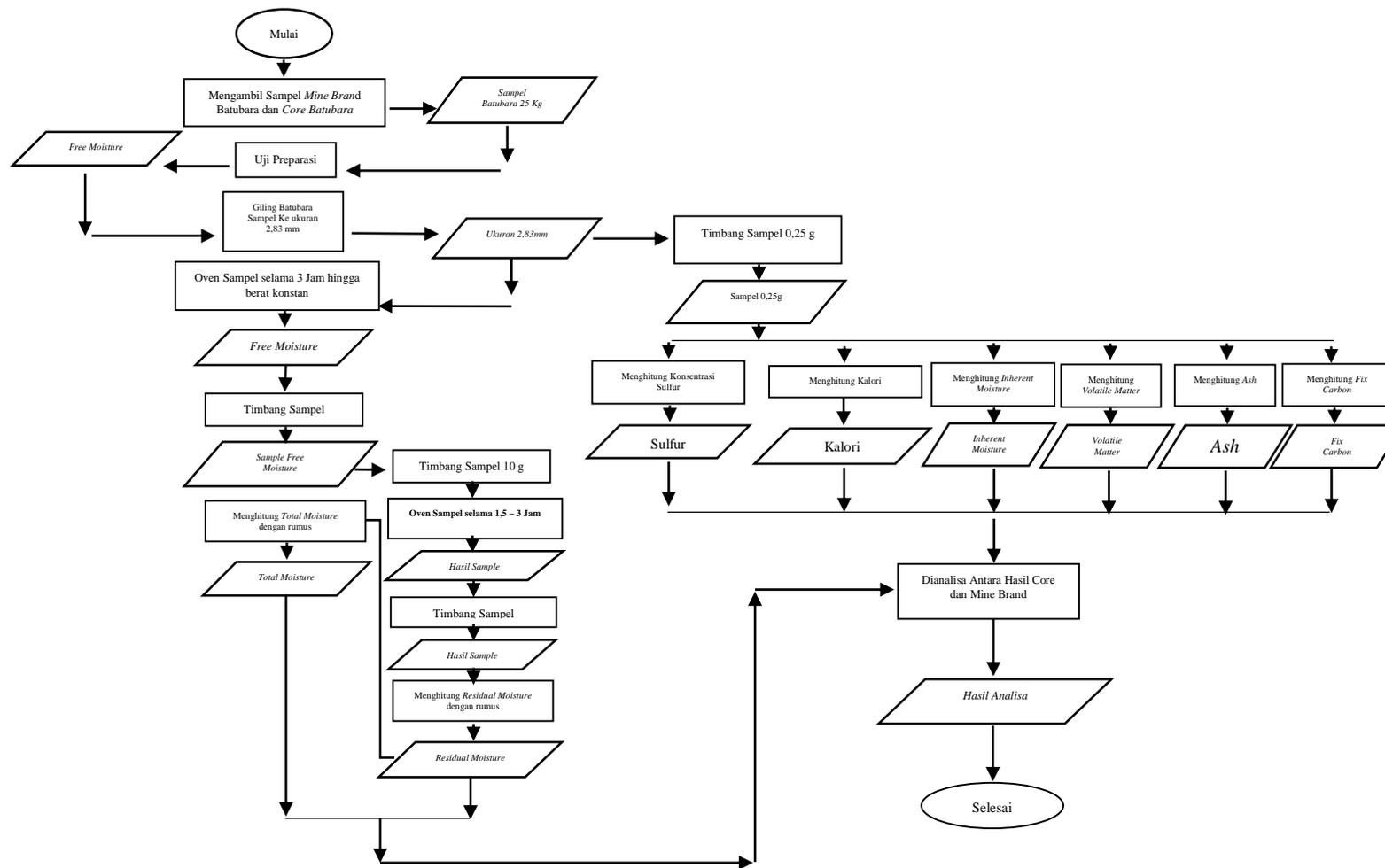
1. *Software Ms. Excel*
2. *Software Wellcad v4.3*
3. *Minimum Free Space Oven CARBOLITE*
4. Timbangan analitik SARTORIUS

5. *Alumunium Crucible*
6. *Ash Furnace CARBOLITE*
7. *Parr Calorimeter*
8. Benang kalor "*Fuse Thread Cotton*"
9. *Hammer Mill dan Cross Beater Mill*
10. *Volatile Furnace CARBOLITE*
11. *Sulfur Furnace LECO S-832*
12. Sampel Batubara dan *Core*
13. Data Log Batubara

C. Diagram Alir



Gambar 7. Diagram Alir Uji Pengolahan Data *Log*.



Gambar 8. Diagram Alir Uji Kualitas Proksimat Batubara.

D. Tahapan Penelitian

Pada tahapan awal penelitian dilakukan studi pustaka mengenai informasi geologi dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik pembahasan. Tahap akuisisi dalam penelitian dilakukan dengan pengambilan data singkapan di lapangan, data pengeboran dan data logging. Dari data singkapan didapatkan geologi daerah penelitian yang kemudian disamakan dengan kajian pustaka yang telah dikumpulkan. Dari data pengeboran didapatkan profil sumur bor yang kemudian dicocokkan tersebut kemudian dilakukan penggabungan dengan hasil analisa data *well logging* yang berupa data *log gamma ray* dan *log density*. Kemudian data dicocokkan kembali dengan analisa *well logging* untuk mengetahui karakteristik lapisan batubara dengan data singkapan lalu dari hasil analisa laboratorium *log* tersebut kembali di bandingkan dengan data analisis proksimat laboratorium untuk menentukan *minebrand* batubara tersebut untuk mendapatkan hasil yang lebih valid.

E. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software Wellcad v4.3*. Software ini digunakan untuk mengolah data *log* yang disediakan, dengan format file berupa *LAS. Dengan menggunakan *software* tersebut didapatkan penampang *log gamma ray* dan *log density* yang kemudian diinterpretasikan litologi bawah permukaannya. Kemudian pada tahap pengolahan data ini juga dilakukan pengolahan terhadap data kualitas dengan membawa sampel bor ke laboratorium untuk diuji setelah itu didapatkan data kualitas yang akan dihubungkan dengan menggunakan data *logging*.

F. Interpretasi Data

Interpretasi data menggunakan *software Wellcad v4.3* dengan cara menentukan litologi bawah permukaan pada setiap sumur berdasarkan data *well log* dan membandingkannya dengan data core yang selanjutnya dikorelasikan terhadap data.

G. Prosedur Penelitian

1. Sampling

Sampling adalah kegiatan mengambil sebagian batubara yang mana sebagian batubara ini dapat mewakili dari suatu kumpulan batubara yang ada. Tatacara pengambilan sampling sebagai berikut:

- a. Pengambilan sampelnya berada pada bagian tengah dan bagian puncak pada *stockpile*
- b. Sampel yang diambil yaitu seberat 20-25 kg untuk keperluan uji kualitas pada batubara.
- c. Pengambilan sampel dilakukan secara manual dengan menggunakan alat *scoop*.
- d. Kegiatan sampling dilakukan secara acak di beberapa titik pada bagian puncak dan bagian tengah *stockpile* dan kemudian membentuk *grid-grid* yang dianggap mewakili.

2. Preparasi Barubara

Preparasi Batubara bertujuan untuk mempersiapkan jumlah dan ukuran batubara yang bisa digunakan untuk tahapan uji kualitas batubara. Pada preparasi sampel terjadi pengurangan jumlah dan pereduksian ukuran batubara.

- a. Sampel batubara yang diambil dari *stockpile*. Lalu direduksi kembali ukurannya menjadi 2,83 mm dengan alat Hammer mill dan yang ukuran 0,212 mm digiling dengan *Cross Beater Mill* dan di homogenkan oleh alat *rotary sample divider*.
- b. Ukuran 2,83 mm digunakan dalam analisis *Total Moisture* batubara.
- c. Ukuran 0,212 mm digunakan untuk analisis Kadar abu, karbon, sulfur dan juga nilai kalori.

3. Pengujian Total Moisture (TM)

Metode analisis *Total Moisture* ini yaitu dengan menghitung kehilangan berat pada batubara setelah dilakukan pemanasan pada suhu 105° C–110° C selama 1,5–3 jam. Analisis *total moisture* menggunakan ISO 11722–1999.

- a. Suhu *minimum free space oven* diatur pada suhu 105-110° C.
- b. *Alumunium Crucible* kosong beserta tutupnya ditimbang menggunakan timbangan analitik, dan dicatat beratnya sebagai M₁.
- c. Sampel batubara sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam *Alumunium Crucible*, kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik, dan dicatat beratnya sebagai M₂.
- d. Sampel batubara yang sudah didalam *alumunium crucible* kemudian diratakan dengancara mengetuk-ngetuk bagian bawah pada *Alumunium Crucible*, dan setelah itu ditutup.
- e. *Alumunium Crucible* tanpa tutup yang berisi sampel batubara dimasukkan ke dalam *minimum free space oven*.
- f. Gas nitrogen dialirkan ke dalam *minimum free space oven* dan diatur alirannya kira-kira 300 ml/menit.
- g. Biarkan selama 1 jam didalam *minimum free space oven* (dihitung setelah suhu *minimum free space oven* telah mencapai 105 - 110° C).
- h. *Alumunium Crucible* dikeluarkan dari dalam *minimum free space oven* dan dipasang kembali tutupnya.
- i. *Alumunium Crucible* didinginkan didalam *desicator*, kira-kira 20 – 30 menit.
- j. *Alumunium Crucible* ditimbang menggunakan timbangan analitik dan dicatat beratnya sebagai M₃.
- k. Kadar Air Total (*Total Moisture*) % = $\frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100 \%$

Dimana:

M₁: Berat *alumunium crucible* kosong + tutup

M₂: Berat *alumunium crucible* + tutup + sampel sebelum dipanaskan

M₃: Berat *alumunium crucible* + tutup + sampel sesudah dipanaskan

4. Pengujian Kadar abu (ASH)

Analisis Kadar abu bertujuan untuk mengetahui Kadar abu pada batubara. Prinsip dasar dari perhitungan Kadar abu (*ash content*) adalah sejumlah sampel diabukan pada kondisi standar sampai pengabuannya sempurna. Proses pengabuan dilakukan dengan cara memanaskan sampel secara

perlahan pada suhu 400° C selama satu jam kemudian dinaikkan hingga suhu 800° C selama dua jam. Analisis Kadar abu pada BACT menggunakan ISO 1171–2010.

- a. Suhu *Ash Furnace* diatur pada suhu 300° C.
- b. *Alumunium Crucible* kosong beserta tutupnya ditimbang menggunakan timbangan analitik, dan dicatat beratnya sebagai M₁.
- c. Sampel batubara sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam *Alumunium Crucible*, kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik dan dicatat sebagai M₂.
- d. Sampel batubara yang sudah didalam *Alumunium Crucible* kemudian diratakan dengan cara mengetuk-ngetuk bagian bawah pada *Alumunium Crucible*, dan setelah itu ditutup.
- e. *Alumunium Crucible* yang berisi sampel batubara dimasukkan ke dalam *Ash Furnace*.
- f. Suhu *Ash Furnace* diatur pada suhu 500° C dan dibiarkan pada suhu tersebut selama 30 menit.
- g. Suhu *Ash Furnace* diatur kembali sesuai kalibrasi pada suhu 815° C dan dibiarkan pada suhu tersebut selama 1,5 jam.
- h. *Alumunium Crucible* yang berisi abu dikeluarkan dan didinginkan selama 15 menit, kemudian dimasukkan ke dalam *desicator* dan dibiarkan selama kira-kira 30 menit (sampai suhu kamar).
- i. *Alumunium Crucible* yang berisi abu ditimbang dan dicatat beratnya sebagai M₃.
- j. Kadar abu (ASH) % = $\frac{M_3 - M_1}{M_2 - M_1} \times 100 \%$.

Dimana:

M₁: Berat *alumunium crucible* kosong + tutup (gr)

M₂: Berat *alumunium crucible* + tutup + sampel sebelum dipanaskan (gr)

M₃: Berat *alumunium crucible* + tutup + sampel sesudah dipanaskan (gr)

5. Pengujian Nilai Kalori (*Caloric Value*)

Analisis nilai kalor dilakukan untuk mengetahui nilai kalori yang terkandung dalam sampel batubara. Prinsip kerja dari analisis nilai kalori ialah dengan cara membakar sampel batubara sebanyak satu gram dengan oksigen didalam *Parr Calorimeter*. Langkah-langkah analisis nilai kalori berdasarkan metode ASTM D. 5865- 2010.

- a. Sampel batubara ditimbang sebanyak 1 gram kedalam *Alumunium Crucible* menggunakan timbangan analitik.
- b. Benang kalor dipasang pada alat pengukur dan benang ditaruh diatas sampel batubara didalam *Alumunium Crucible*.
- c. Gas oksigen dialirkan ke dalam *parr calorimeter*.
- d. *Alumunium Crucible* yang berisi aquadest dan *bom calorimeter* Di masukkan ke dalam alat *Parr Calorimeter*.
- e. *Par Calorimeter* ditutup dan tunggu hasil analisisnya sekitar 15 menit.
- f. Hasil analisa kalor akan muncul secara otomatis pada printer dengan Satuan cal/gr.

6. Pengujian Kandungan Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Analisis nilai zat terbang dilakukan untuk mengetahui nilai zat terbang yang terkandung dalam sampel batubara. Prinsip kerja dari analisis zat terbang adalah dengan caramembakar sampel batubara sebanyak satu gram didalam *Volatile Matter Furnace*. Langkah-langkah analisis zat terbang bedasarkan metode ISO 562 – 2010.

- a. Sampel batubara ditimbang sebanyak 1 gram kedalam *alumunium crucible* menggunakan timbangan analitik.
- b. *Alumunium crucible* yang berisi sampel dimasukan ke dalam alat *Volatile Matter Furnace*.
- c. Atur suhu panas sebesar 900°C selama 7 Menit.
- d. Lalu keluarkan *Alumunium crucible*, dinginkan sampai ke suhu normal lalu ditimbang.
- e.
$$\text{Volatile Matter \%} = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100 \% - (\text{Inherent Moisture}).$$

Dimana:

M₁: Berat *alumunium crucible* kosong + tutup.

M₂: Berat *alumunium crucible* + tutup + sampel sebelum dipanaskan

M₃: Berat *alumunium crucible* + tutup + sampel sesudah dipanaskan.

7. Pengujian Total Sulfur

Analisis nilai Total Sulfur dilakukan untuk mengetahui nilai Sulfur yang terkandung dalam sampel batubara. Prinsip kerja dari analisis Sulfur adalah dengan cara membakar sampel batubara sebanyak 0.25 gram didalam *Leco-144 DR*. Langkah-langkah analisis Sulfur berdasarkan metode ASTM D 4239 – 14.

- a. Sampel batubara ditimbang sebanyak 0,25 gram kedalam *alumunium crucible* menggunakan timbangan analitik.
- b. Masukkan *alumunium crucible* yang berisi sampel ke alat Leco-144DR.
- c. Panaskan sampel dengan suhu 1350°C dengan prinsip *specto fotometri infrared* tunggu sekitar 7-10 detik sampai hasil muncul di monitor.

8. Pengujian Karbon (Fixed Carbon)

Analisis nilai Karbon dilakukan untuk mengetahui nilai karbon yang terkandung dalam sampel batubara yang mempengaruhi nilai kalori dari batubara itu sendiri. Prinsip kerja dari analisis karbon tidak menggunakan alat khusus tapi menggunakan rumus dari nilai nilai yang telah didapatkan seperti nilai Air bawaan, Zat terbang dan Abu. Langkah-langkah analisis Zat terbang berdasarkan metode SNI 13–3479–1994.

- a. Catatan nilai Air bawaan %, Zat terbang %, dan Abu %.
- b. $FC \text{ (Fixed Carbon)} = 100 (\%) - \text{Air bawaan} (\%) - \text{Zat terbang} (\%) - \text{Abu} (\%)$.

9. Konversi Basis

Konversi basis adalah suatu analisa kualitas batubara dari satu kondisi ke kondisi lainnya. Ada beberapa jenis analisa basis yang umum mempengaruhi kualitas batubara (tabel 9) adalah:

- As received basis (ar):** Perhitungan data analisa berdasarkan pada saat sample di terima dilaboratorium, Sebelum dilakukan proses apapun pada sample.
- Air dried basis (adb):** Suatu perhitungan data analisa berdasarkan kondisi kelembaban udara saat sample dianalisa.
- Dried basis (db):** Suatu Proses pengeringan dengan proses udara normal yang hilang adalah air permukaan batubara.

To obtain:-	ADB	DB	ARB
- multiply			
ARB by:	$\frac{100 - IM\%}{100 - TM\%}$	$\frac{100}{100 - TM\%}$	-
ADB by:	-	$\frac{100}{100 - IM\%}$	$\frac{100 - TM\%}{100 - IM\%}$
DB by:	$\frac{100 - IM\%}{100}$	-	$\frac{100 - TM\%}{100}$

Gambar 9. Konversi nilai parameter antar basis.

VI. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil dari interpretasi data *logging* menunjukkan bahwa pada daerah penelitian terdapat empat macam litologi utama yaitu *sandstone*, *claystone*, *siltstone* dan *coal* serta empat macam *seam* A1, A2, B1 dan B2.
2. Nilai pengujian *Core* Batubara AL 72 memiliki kualitas TM 5,56%, VM 34,54%, FC 56,81%, Ash 3,38%, CV 7549 kkal/kg dan TS 0,32.
3. Nilai pengujian *Mine Brand* AL 72 memiliki kualitas TM 10,93%, IM 4,31%, Ash 5,15%, VM 38,31%, FC 52,23%, TS 0,62%, CV 7301 kkal/kg.
4. Dari penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut terjadi kenaikan nilai *mine brand* TM 5,37% , Ash 1,77%, VM 3,77%, TS 0,30% dan penurunan untuk nilai FC 4,58% dan CV 248 kkal/kg dibanding nilai *core* sehingga dapat disimpulkan nilai *core* lebih baik dibandingkan nilai *minebrand*.
5. Faktor yang menyebabkan perbedaan atau perubahan kualitas dari batubara yaitu bisa dari faktor internal dan eksternal faktor internal biasanya diakibatkan oleh proses terbentuknya batubara seperti pengendapan, temperature dan umur yang lama dapat membuat batubara menjadi lebih baik secara kualitas. Sedangkan untuk faktor eksternal terpengaruh oleh *Coal handling facility* seperti ukuran batubara yang cenderung terlalu kecil pada saat penambangan, curah hujan yang tinggi pada saat produksi dan penyimpanan sehingga air masuk ke celah-celah batubara yang mengakibatkan nilai TM bertambah serta juga pembakaran spontan pada saat penyimpanan batubara.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diambil saran sebagai berikut:

1. Mengurangi kontak langsung batubara dengan air hujan karena dapat meningkatkan nilai *Free Moisture*.
2. Ketika berada di stockpile batubara sebaiknya disusun dengan baik dan memperhatikan lokasi terhadap sirkulasi udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2010. *Draft Handbook Pelabuhan Tarahan*. PT Bukit Asam Unit Pelabuhan Tarahan. Bandar Lampung.
- Anriani, T. 2014. *Analisis Perbandingan Kualitas Batubara Te-67 di Front Penambangan dan Stockpile di Tambang Air Laya PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan*. Tesis tidak diterbitkan. Tanjung Enim. Universitas Sriwijaya. Vol 2 No.2.
- Arif, I. 2014. *Batubara Indonesia*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hernanto, Y. 2017. “*Kajian Manajemen Stockpile Pada Stockpile 4 (Phase 5) di PT Bukit Asam, Tbk. Unit pelabuhan Tarahan, Lampung*”. *Skripsi*. Yogyakarta. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
- Darmono, D. 2009. *Mineral dan Energi Kekayaan Bangsa, Sejarah Pertambangan dan Energi Indonesia*. Penerbitan dan Publikasi Departemen Energi Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- Sukandarrumidi. 2009. *Batubara dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Rosadi, Y. 1995. *Interpretasi Data Well Logging*. Bandung. ITB.
- PT. Bukit Asam, Tbk. 2018. *Metode Analisa Kualitas Batubara yang digunakan oleh PTBA*. [Http://www.ptba.co.id/id/read/the-occurence-of-coal](http://www.ptba.co.id/id/read/the-occurence-of-coal). Diakses pada 10 Juni 2019.
- Loke, H. 1999. *A Practical Guide to 2D and 3D Surveys*. Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies, 8-10.
- Koesoemadinata, 1978. *Geologi Minyak dan Gas Bumi*. Bandung. ITB.
- Kentucky Geological Survey, University of Kentucky. 2012. *Classification and Rank of Coal*. <Http://www.uky.edu/KGS/coal/coalkinds.htm>. Diterbitkan Juli 2012.

Sukandarrumidi. 1995. *Batubara dan Gambut*. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.

Prasongko, K. 1996. *Perencanaan Eksplorasi Batubara*. Program studi khusus Eksplorasi Sumberdaya Bumi Program Pasca Sarjana. Bandung. Institut Teknologi Bandung.