

**ANALISIS FASIES DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN  
BERDASARKAN DATA CORE DAN DATA LOG GEOFISIKA DI  
DAERAH TAMBANG AIR LAYA UTARA PT BUKIT ASAM Tbk.  
TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN**

**(Skripsi)**

**Oleh  
T. Ade Mandala Pratama**



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA  
2019**

## ABSTRAK

### ANALISIS FASIES DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN BERDASARKAN DATA CORE DAN DATA LOGGING GEOFISIKA DI DAERAH TAMBANG AIR LAYA UTARA PT BUKIT ASAM Tbk. TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN

Oleh

**T. Ade Mandala Pratama**

Lingkungan pengendapan merupakan tempat dimana suatu lapisan litologi mengalami proses pembentukan batuan atau proses sedimentasi (sementasi dan litifikasi). Dengan mengetahui lingkungan pengendapan dari suatu daerah, maka kita dapat merekonstruksi waktu terbentuknya pengendapan berasal dari mana dan bagaimana. Lokasi penelitian terletak di Tambang Air Laya Utara PT Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Lokasi tersebut dipilih karena adanya variasi lapisan batubara yang kompleks. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis lingkungan pengendapan dan fasies pada lokasi penelitian yang digunakan. Pendekatan klasifikasi dari Horne, 1978 merupakan langkah untuk mendapatkan fasies dan lingkungan pengendapan pada penelitian kali ini. Yaitu dengan menggunakan data *core* dan data *log* geofisika yang dilakukan deskripsi kemudian dilakukan pendekatan berdasarkan klasifikasi tersebut. Setelah dideskripsi didapatkan bahwa tempat pengendapan batubara itu dikontrol oleh daerah Delta. Litologi yang didapatkan pada penelitian ini dari lapisan yang tua yaitu Batu Pasir, Batubara Seam C, Batu Lempung, Batu Lanau, Batu Pasir, Batubara Seam B2, Batu Lempung, Batubara Seam B1, Batu Lanau, Batu Pasir, Batubara Seam A2, Batu Pasir Tufaan, Batubara Seam A1, dan perulangan Batu Lempung dan Batu Pasir. Kemudian dilakukan pendekatan menggunakan klasifikasi tersebut didapatkan pola pengendapan diantaranya *Serrated*, *Cylindrical*, *Bell*, *Funnel*, dan *Symmetrical*. Kemudian akan diketahui terdapat beberapa fasies diantaranya *Swamp*, *Channel*, *Levee*, *Interdistributary Bay*, dan *Crevasse Splay*. Dari semua data dan proses yang dilakukan maka pada daerah penelitian ini berada pada lingkungan pengendapan di *Transitional Lower Delta Plain*. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan kepada peneliti selanjutnya untuk dapat menjadi sebuah referensi pengetahuan pada daerah penelitian tersebut.

Kata kunci : Batubara, Lingkungan Pengendapan, Fasies.

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF FACIES AND DEPOSITION ENVIRONMENT BASED ON CORING DATA AND GEOPHYSICAL LOGGING DATA IN TAMBANG AIR LAYA UTARA AREA PT BUKIT ASAM Tbk. TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN**

**By**

**T. Ade Mandala Pratama**

Deposition environment is a place where a layer of lithology undergoes a process of rock formation or a process of sedimentation (cementation and lithification). By knowing the depositional environment of an area, then we can reconstruct the time when the depositional formation originated from where and how. The research location is located in the North Tambang Air Laya PT Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim, South Sumatra. The location was chosen because of the complex variations in the coal seams. The purpose of this study is to analyze the depositional environment and facies in the study location used. The classification approach from Horne, 1978 is a step to obtain facies and depositional environment in this study. Namely by using core data and geophysical log data the description is then carried out based on the classification approach. After describing it was found that the coal deposition site was controlled by the Delta region. The lithology obtained in this study from the old layers are Sandstone, Coal Seam C, Claystone, Siltstone, Sandstone, Coal Seam B2, Claystone, Coal Seam B1, Siltstone, Sandstone, Coal Seam A2, Tuffaceous Sandstone, Coal Seam A1, and loops of Sandstone and Claystone. Then the approach using the classification is obtained settling patterns including Serrated, Cylindrical, Bell, Funnel, and Symmetrical. Then it will be known that there are several facies including Swamp, Channel, Levee, Interdistributary Bay, and Crevasse Splay. From all the data and processes carried out in this research area is in the depositional environment in the Transitional Lower Delta Plain. By doing this research it is hoped that the next researcher will be able to become a reference of knowledge in the research area.

**Keywords:** Coal, Deposition Environment, Facies.

**ANALISIS FASIES DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN  
BERDASARKAN DATA CORE DAN DATA LOG GEOFISIKA DI  
DAERAH TAMBANG AIR LAYA UTARA PT BUKIT ASAM Tbk.  
TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN**

**Oleh**

**T. ADE MANDALA PRATAMA**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar**

**SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Geofisika**

**Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA  
2019**

**Judul Skripsi : ANALISIS FASIES DAN LINGKUNGAN  
PENGENDAPAN BERDASARKAN DATA  
CORE DAN DATA LOG GEOFISIKA DI  
DAERAH TAMBANG AIR LAYA UTARA  
PT BUKIT ASAM Tbk. TANJUNG ENIM,  
SUMATERA SELATAN**

**Nama Mahasiswa : J. Ade Mandala Pratama**

**Nomor Pokok Mahasiswa : 1515051055**

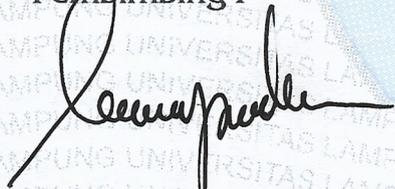
**Jurusan : Teknik Geofisika**

**Fakultas : Teknik**

**MENYETUJUI**

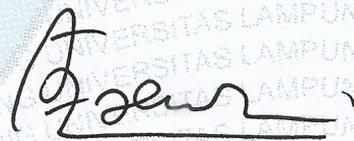
**1. Komisi Pembimbing**

**Pembimbing I**



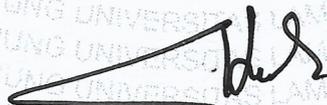
**Karyanto, S.Si., M.T.  
NIP 19691230 199802 1 001**

**Pembimbing II**



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

**2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika**



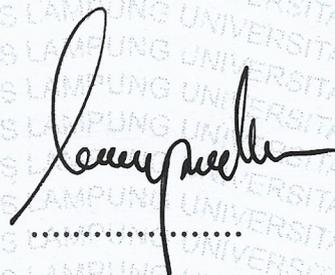
**Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.  
NIP 19750911 200012 1 002**

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

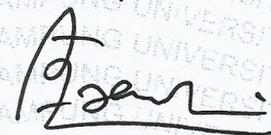
Ketua

: **Karyanto, S.Si., M.T.**



Sekretaris

: **Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.**



Penguji

Bukan Pembimbing

: **Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Teknik



**Prof. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D.**

NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **13 Agustus 2019**

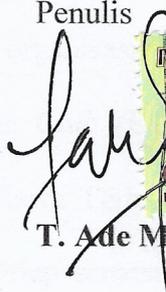
## PERNYATAAN

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, 9 September 2019

Penulis



**T. Ade Mandala Pratama**

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Agung Kab. Lahat, pada tanggal 20 Juni 1997, anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Rusli dan Ibu Septriama. Penulis menyelesaikan pendidikan formalnya di TK Kartika Jaya II Tanjung Enim yang diselesaikan pada tahun 2003.

Sekolah dasar di SD Negeri 16 Lawang Kidul yang diselesaikan pada tahun 2009. Sekolah Menengah Pertama di MTs Negeri Lawang Kidul yang diselesaikan pada tahun 2012. Pada saat MTs penulis mengikuti organisasi OSIDA (umumnya OSIS) sebagai Wakil Ketua OSIDA. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMK Bukit Asam Jurusan Geologi Pertambangan yang diselesaikan pada tahun 2015. Pada saat SMK penulis mengikuti organisasi OSIS, Karya Ilmiah Remaja (KIR), PASKIBRA, ROHIS, dan *English Club (EC)*. Pada saat SMK penulis pernah mendapat penghargaan sebagai Siswa Terbaik II hingga V yang selalu bertukar tempat dengan siswa lainnya di tiap semesternya. Penulis juga pernah berhasil Juara 1 Nasyid tingkat Provinsi Sumatera Selatan melalui organisasi ROHIS.

Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung melalui jalur Mandiri dan

diterima sebagai mahasiswa hingga Tahun 2019. Pada Tahun 2016, Penulis bergabung menjadi anggota Kaderisasi yang menjabat tugas sebagai komisi disiplin di Himpunan Mahasiswa TG Bhuwana Universitas Lampung kemudian di periode selanjutnya diangkat menjadi Ketua Kaderisasi yang menggantikan Angga Reza Yuzi Panitin yang terlebih dahulu menjadi ketua yang akhirnya mengundurkan diri dikarenakan suatu tugas. Lalu pada tahun yang sama penulis juga menjadi Wakil Presiden SM-IAGI (Seksi Mahasiswa Ikatan Ahli Geologi Indonesia) Unila.

Selama menjadi mahasiswa, penulis dipercaya menjadi Asisten Praktikum Perpetaan pada tahun 2017, Asisten Praktikum Sistem Informasi Geografis (SIG) pada tahun 2018, Asisten Praktikum Analisis Sinyal Data Geofisika pada tahun 2018. Pada tahun 2018 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada periode II di Tiyuh Pagardewa, Kecamatan Pagardewa, Kabupaten Tulang Bawang Barat Provinsi Lampung. Dalam mengaplikasikan ilmu di bidang Geofisika, penulis telah melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) pada Bulan September 2018 di Satker Eksplorasi dan Geoteknik, PT Bukit Asam Tbk., Sumatera Selatan dengan tema **“Interpretasi Litologi dan Korelasi Bawah Permukaan Serta Analisis Hubungan Kualitas Batubara Berdasarkan Data Logging Geofisika di Daerah Tambang Air Laya (TAL) PT Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan”**. Lalu pada Bulan Januari hingga Maret 2019, Penulis melakukan Penelitian Tugas Akhir di Satker Eksplorasi dan Geoteknik, PT Bukit Asam Tbk., Sumatera Selatan. Hingga akhirnya penulis berhasil menyelesaikan pendidikan sarjananya pada **Agustus 2019** dengan skripsi

yang berjudul “**Analisis Fasies dan Lingkungan Pengendapan Berdasarkan Data Core dan Data Log Geofisika di Daerah Tambang Air Laya Utara PT Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan**”.

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, ku persembahkan skripsi ini kepada :

*Allah Subhanahu Wa Ta'ala*

Dzat Maha Kuasa yang telah memberikan berkah, ilmu dan nikmat nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan lancar.

*Kedua Orang Tuaku Tersayang dan Tercinta*  
*Ayahanda Rusli*  
*Ibunda Septriama*

Atas segala jerih payah, perjuangan, keringat, tangis dan do'a yang telah kalian berikan padaku selama ini sehingga aku dapat merasakan nikmat bersekolah di Perguruan Tinggi. Terimakasih Papa, Mama, semoga perjuangan kalian untukku takkan sia-sia, do'akan anakmu ini berhasil dan bisa membahagiakan kalian, Aamiin.

*Adikku Tersayang*  
*Teuku Giovaní Sentosa*  
*Cut Anggun Ainzzati Baroena*  
*Teuku Muhammad Albanna*

Terimakasih atas semua dukungan serta do'a yang telah kalian berikan untukku. Semoga kebersamaan kita sebagai saudara tak lekang oleh waktu dan akan terus saling menyanyangi hingga akhir hayat, Aamiin.

*Teknik Geofisika Universitas Lampung 2015*

Atas dukungan, do'a dan kebersamaan yang telah kita lalui selama 4 tahun ini, semoga silaturahmi kita tetap terjaga sampai kapanpun dan semoga ketika bertemu semua telah sukses, Aamiin.

*Keluarga Besar Teknik Geofisika Universitas Lampung*  
*Almamater Tercinta, Universitas Lampung*

## MOTTO

*“Barang siapa yang menghendaki keuntungan di akhirat akan Kami tambah keuntungan itu baginya dan barang siapa yang menghendaki keuntungan di dunia Kami berikan kepadanya sebagian dari keuntungan dunia dan tidak ada baginya suatu bahagianpun di akhirat.”*

*(QS. Asy-Syura: 20).*

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah SWT. atas berkat, rahmat serta karunia-Nya, Penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “**Analisis Fasies dan Lingkungan Pengendapan Berdasarkan Data Core dan Data Log Geofisika di Daerah Tambang Air Laya Utara PT Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan**”. Skripsi ini ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Jurusan Teknik Geofisika pada Fakultas Teknik Universitas Lampung. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, dan banyak kekurangan baik dalam metode penulisan maupun dalam pembahasan materi. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan kemampuan Penulis. Sehingga Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga dikemudian hari dapat memperbaiki segala kekurangannya.

Bandar Lampung, 9 September 2019  
Penulis,

**T. Ade Mandala Pratama**  
NPM. 1515051055

## SANWACANA

Dalam penulisan skripsi ini, Penulis selalu mendapatkan bimbingan, dorongan, serta semangat dari banyak pihak. Oleh karena itu Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Drs. Suharno, B.Sc., M.S., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Nandi Haerudin, S.Si. M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.
4. Bapak Karyanto, M.T. selaku Pembimbing 1 di Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Ahmad Zaenudin, M.T. selaku Pembimbing 2 di Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.
6. Bapak Syamsurijal Rasimeng, M.Si. selaku Penguji di Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.
7. Bapak Rustadi, M.Si. selaku Pembimbing Akademik di Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.
8. Dosen-dosen Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung yang saya hormati terima kasih untuk semua ilmu yang diberikan.

9. Bapak Arya Gustifram selaku pembimbing di PT Bukit Asam Tbk.
10. Bapak Suryadi, Bapak Mustafa Kamal, dan Bapak Andriyusalfikri yang telah memberikan support dan bantuan agar bisa mendapatkan kesempatan melakukan magang di PT Bukit Asam Tbk.
11. Seluruh Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung yang telah memberi banyak bantuan.
12. Keluarga besar Teknik Geofisika Universitas Lampung Angkatan 2015 Yogi, Eka, Dyna, Putri, Fauzan, Ayu, Laras, Fikri, Ariyan, Zeallin, Ravi, Salma, Risma, Sunarni, Monang, Maulina, Adit, Dersan, Tiara, Maharani, Adib, Isti, Rindi, Juli, Nopi, Ester, Tata, Satria, Dian, Agam, Yuda, Angga, Desy, Dini, Alfin, Aldo, Ozza, Abil, Dana, Brian, Nurman, Ali, Renaldi, dan Ferdy.
13. Seluruh Kakak Tingkat TG angkatan 2014, 2013, 2012, 2011, 2010, 2009, 2008, 2007 dan Adik Tingkat angkatan 2016, 2017 yang telah membantu penulis selama perkuliahan.
14. Teman-teman Geologi Pertambangan Angkatan II SMK Bukit Asam yang telah memberi semangat dan support selama saya kuliah.
15. Semua sahabat saya yang berada di Tanjung Enim Rizal Ramadhon, Janu Ramadani, dan Dwi Setiawan yang selalu menjadi teman terbaik dalam suka dan duka. Semoga saya menyusul kesuksesan kalian.
16. Brian Friskyawan, Angga Reza Yuzy Panitin, dan Ozza Dinata yang selalu menjadi teman segalanya dan tempat pulang yang mengasyikkan selama menjalani perkuliahan ini.
17. Serta semua pihak yang terlibat yang tidak bisa disebutkan satu persatu, penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Akhirnya, Penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini semoga segala amal dan kebbaikannya mendapatkan balasan yang berlimpah dari Allah SWT., Aamiin.

Bandar Lampung, 9 September 2019

Penulis,

**T. Ade Mandala Pratama**  
NPM. 1515051005

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<i>ABSTRACT</i> .....	ii
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	vi
<b>RIWAYAT HUDUP</b> .....	vii
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	x
<b>MOTTO</b> .....	xi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xii
<b>SANWACANA</b> .....	xiii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xxi
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Letak dan Lokasi Penelitian .....	3

2.2	Geologi Regional .....	4
2.3	Fisiografi .....	5
2.4	Stratigrafi.....	6
2.4.1	Stratigrafi Regional .....	6
2.4.2	Stratigrafi Lokal .....	12
2.4.3	Stratigrafi Daerah Penelitian .....	13

### III. TEORI DASAR

3.1	Batubara .....	18
3.1.1	Definisi Batubara .....	18
3.1.2	Pembentukan Batubara.....	19
3.1.3	Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Batubara....	21
3.1.4	Tempat Terjadinya Batubara.....	24
3.2	<i>Well Logging</i> .....	26
3.2.1	Konsep Dasar <i>Well Logging</i> .....	26
3.2.2	Jenis <i>Log</i> .....	28
3.2.3	Interpretasi <i>Well Logging</i> .....	32
3.2.4	Penentuan Ketebalan Lapisan Batubara.....	32
3.3	Analisis Batuan Inti ( <i>Core</i> ).....	33
3.4	Elektrofasies.....	35
3.5	Lingkungan Pengendapan Batubara.....	38

### IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1	Waktu dan Tempat Penelitian .....	44
4.2	Alat dan Bahan.....	44
4.3	Diagram Alir Penelitian .....	45

### V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1	Data Pengamatan dan Lokasi Penelitian .....	47
5.2	Pembahasan.....	48
5.2.1	Interpretasi Litologi Berdasarkan Data Log dan Data Core.....	48
5.2.2	Korelasi Bawah Permukaan Berdasarkan Data Sumur....	59
5.2.3	Analisis Fasies dan Lingkungan Pengendapan Berdasarkan Data Log .....	66

### VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan .....	79
6.2	Saran.....	80

### DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Lokasi Penambangan PT Bukit Asam Tbk. ....	3
2. Peta Geologi Daerah Tanjung Enim dan Sekitarnya.....	5
3. Stratigrafi Regional Cekungan Sumatera Selatan .....	11
4. Skema Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan .....	12
5. Stratigrafi Lokal .....	13
6. Stratigrafi Daerah Penelitian .....	17
7. Perubahan Batubara .....	19
8. Proses Pembentukan Batubara .....	20
9. <i>Rank</i> atau Peringkat Batubara .....	21
10. Akumulasi Pembatubaraan .....	25
11. <i>Logging</i> .....	28
12. Respon sinar <i>gamma</i> terhadap berbagai litologi .....	29
13. Respon <i>Log Density</i> terhadap berbagai litologi .....	30
14. Hubungan antara satuan CPS dan gr/cc .....	31
15. Penentuan ketebalan antara <i>Log LSD</i> dan <i>SSD</i> .....	33
16. Sampel <i>Core</i> .....	35
17. Respon <i>gamma ray</i> terhadap variasi ukuran butir dan lingkungan pengendapan.....	36

18. Model lingkungan pengendapan batubara di lingkungan delta.....	38
19. Penampang Lingkungan Pengendapan pada bagian <i>Back Barrier</i> .....	39
20. Penampang Lingkungan Pengendapan pada bagian <i>Lower Delta Plain</i> ....	40
21. Penampang Lingkungan Pengendapan pada bagian <i>Upper Delta Plain-Fluvial</i> .....	42
22. Penampang Lingkungan Pengendapan pada bagian <i>Transitional Lower Delta Plain</i> .....	43
23. Diagram Alir Penelitian .....	46
24. Peta Titik Sumur Bor .....	47
25. Peta Korelasi Antar Sayatan.....	59
26. Korelasi Litologi A-A` .....	60
27. Korelasi Litologi B-B` .....	62
28. Korelasi Litologi C-C` .....	63
29. Korelasi Litologi D-D` .....	65
30. Fasies <i>Swamp Coal with seat rock splits</i> pada Pola <i>Cylindrical</i> .....	67
31. Fasies <i>Swamp</i> pada Pola <i>Cylindrical</i> .....	67
32. Fasies <i>Channel</i> pada Pola <i>Bell</i> .....	68
33. Fasies <i>Channel</i> pada Pola <i>Funnel</i> .....	68
34. Fasies <i>Levee</i> pada Pola <i>Bell</i> .....	69
35. Fasies <i>Levee</i> pada Pola <i>Serrated</i> .....	70
36. Fasies <i>Crevasse Splay</i> pada Pola <i>Symmetrical</i> .....	71
37. Fasies <i>Crevasse Splay</i> pada Pola <i>Serrated</i> .....	71
38. Fasies <i>Crevasse Splay</i> pada Pola <i>Bell to Funnel</i> .....	72
39. Fasies <i>Crevasse Splay</i> pada Pola <i>Bell</i> .....	72
40. Lapisan <i>Siderite (Ironstone)</i> .....	73

41. Fasies <i>Interdistributary Bay</i> pada Pola <i>Serrated</i> .....	74
42. Lingkungan Pengendapan Delta Pada Daerah Penelitian .....	78
43. Lingkungan Pengendapan <i>Transitional Lower Delta Plain</i> .....	78
44. Lingkungan Pengendapan Sumur AE_14	
45. Lingkungan Pengendapan Sumur AE_17	
46. Lingkungan Pengendapan Sumur AE_304	
47. Lingkungan Pengendapan Sumur AE_331	
48. Lingkungan Pengendapan Sumur AE_482	

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Susunan Jadwal Kegiatan .....	44
2. Litologi Sumur AE_14.....	49
3. Nilai Respon Radioaktifitas Sumur AE_14 .....	49
4. Litologi Sumur AE_17.....	51
5. Nilai Respon Radioaktifitas Sumur AE_17 .....	52
6. Litologi Sumur AE_304.....	53
7. Nilai Respon Radioaktifitas Sumur AE_304 .....	54
8. Litologi Sumur AE_331.....	55
9. Nilai Respon Radioaktifitas Sumur AE_331 .....	56
10. Litologi Sumur AE_482.....	58
11. Nilai Respon Radioaktifitas Sumur AE_482 .....	58
12. Lingkungan Pengendapan Sumur AE_14.....	75
13. Lingkungan Pengendapan Sumur AE_17 .....	75
14. Lingkungan Pengendapan Sumur AE_304.....	76
15. Lingkungan Pengendapan Sumur AE_331 .....	76
16. Lingkungan Pengendapan Sumur AE_482.....	77

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pembentukan suatu endapan seharusnya memerlukan suatu penimbunan yang berlangsung perlahan-lahan tetapi terus menerus terjadi yangmana hal tersebut akan memproduksi suatu bahan organik yang tinggi kemudian diberi sirkulasi air yang cepat sehingga tidak terdapatnya suatu kandungan oksigen lalu zat organik tersebut pada akhirnya dapat terawetkan. Lingkungan pengendapan batubara sejatinya akan mengontrol penyebaran lateral, ketebalan, komposisi, dan kualitas batubara.

Dalam eksplorasi batubara, metode geofisika sangat berperan penting dalam suatu tahapan eksplorasi, yangmana pada proses tersebut dapat mengetahui batas-batas suatu cekungan sedimentasi yang berkaitan dengan intrusi batuan yang mempengaruhi terhadap kualitas batubara dan pengendapan batubara, struktur geologi yang mempengaruhi terhadap kontinuitas penyebaran batubara.

Tahapan eksplorasi menggunakan metode geofisika untuk menentukan kondisi bawah permukaan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *Well Logging*. Berdasarkan data *logging* geofisika dan data geologi maka kita dapat melakukan interpretasi bawah permukaan untuk mengetahui arah penyebaran dan ketebalan batubara. Disamping itu potensi kuantitas dan kualitas

dari sumberdaya batubara dapat ditentukan dari tahapan eksplorasi. Untuk menentukan arah penyebaran batubara maka kita dapat melakukan korelasi bawah permukaan untuk mengetahui arah tersebut.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jenis litologi pada sumur penelitian berdasarkan data log dan data core.
2. Menganalisis model lintasan sayatan bawah permukaan 2D antar sumur penelitian berdasarkan arah dan penyebaran batubara dengan cara korelasi antar sumur penelitian.
3. Menganalisis fasies batuan daerah penelitian berdasarkan jenis grafik *log gamma ray*.
4. Menganalisis lingkungan pengendapan daerah penelitian berdasarkan data *log gamma ray*.

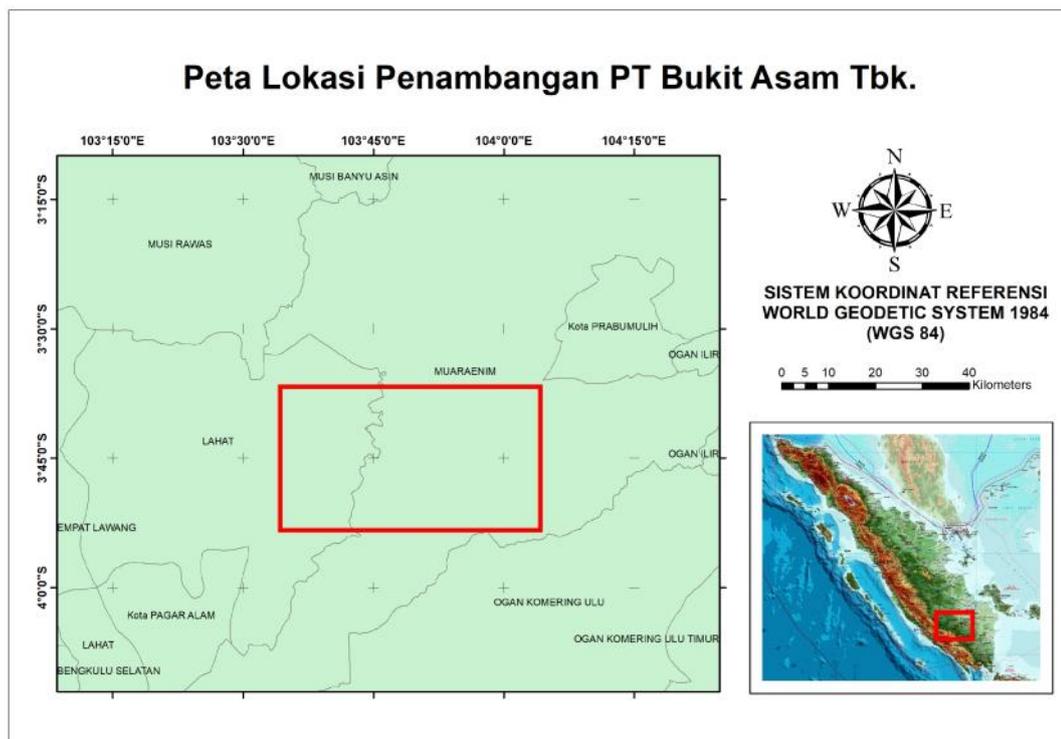
## **1.3 Batasan Masalah Penelitian**

Batasan masalah dari penelitian ini adalah interpretasi data *log* geofisika kemudian melakukan korelasi antar sumur lalu dilakukan analisis lingkungan pengendapan berdasarkan klasifikasi Horne, 1978.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Letak dan Lokasi Penelitian

Perusahaan tambang batubara PT Bukit Asam Tbk., secara geografis terletak pada  $3^{\circ}42'30''$  LS dan  $103^{\circ}50'10''$  BT, berada di Tanjung Enim, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. Lokasi ini terletak sekitar 200 km sebelah barat daya Kota Palembang, 400 km di sebelah Timur Bengkulu.



**Gambar 1.** Peta Lokasi PT Bukit Asam Tbk. (Modifikasi dari PTBA, 2014)

Wilayah penambangan PT Bukit Asam Tbk. terbagi menjadi Blok Banko yang terdapat di sebelah Timur Tanjung Enim dimana terdapat tambang Banko

Barat Blok Tambang Air Laya di sebelah Utara Tanjung Enim dan Blok Muara Tiga Besar di sebelah Timur Kota Lahat.

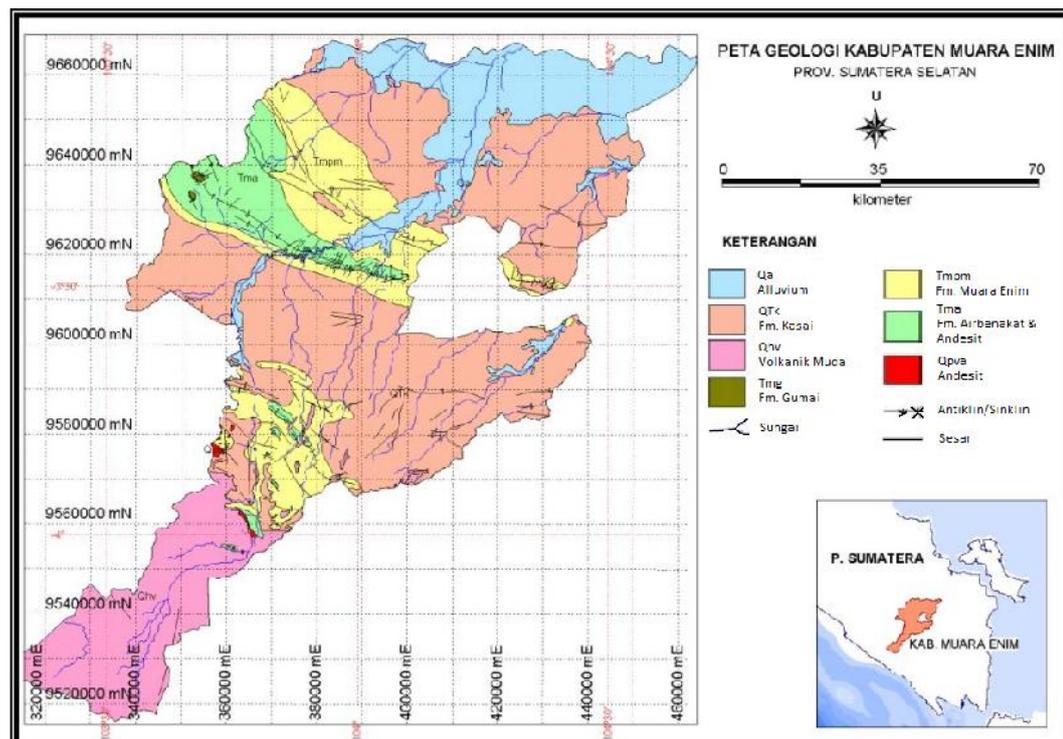
## 2.2 Geologi Regional

Kondisi tektonik regional Indonesia bagian barat terdiri dari paparan Sunda yang stabil, jalur Geosinklin yang terdiri dari busur dalam vulkanik dan busur luar non vulkanik. Busur dalam vulkanik memanjang dari Sumatera bagian barat sampai Pulau Jawa bagian tengah. Busur non vulkanik merupakan jalur pulau-pulau di sebelah barat Sumatera hingga pegunungan samudera di selatan Pulau Jawa. Di daerah Indonesia bagian barat terdapat Cekungan Sumatera Selatan di dalamnya, merupakan salah satu cekungan sedimen tersier yang berada pada zona antara Paparan Sunda dan busur dalam vulkanik.

Benturan lempeng Benua Asia dengan lempeng kerak Samudera Hindia-Australia adalah hasil pengaruh Struktur tektonik Indonesia bagian barat. Cekungan-cekungan di Sumatera terjadi akibat dari benturan antara kedua lempeng tersebut, dimana lepas pantai Sumatera Barat merupakan zona penekukan yang masih aktif. Pada *Eosen* awal – *Oligosen* awal khususnya di Indonesia bagian barat sering terjadi pergerakan tektonik yang menghasilkan suatu gejala geologi berupa kekar dan sesar berarah utara-selatan, baratlaut-tenggara dan timurlaut-baratdaya.

Menindaklanjuti dari pergerakan lempeng-lempeng di atas bahwa akan membentuk suatu bagian kecil daerah sesar yang mengakibatkan rekahan pada kerak bumi sehingga membentuk depresi lokal dikenal sebagai *Pull Apart*, sedangkan disekitarnya terjadi tinggian-tinggian lokal. Depresi dan tinggian inilah

yang membentuk batuan dasar yang mana batuan tersebut adalah tempat terkumpulnya endapan Tersier. Penekanan gaya terjadi pada masa Tersier sehingga sesar-sesar yang sudah terbentuk aktif kembali membentuk sesar tumbuh. Pada masa *Pliosen – Plistosen* terjadilah gaya kompresi yang sangat kuat yang membentuk lipatan dengan arah barat-laut - tenggara yang mengakibatkan terbentuk banyak sesar geser dan sesar normal pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Peta Geologi Daerah Tanjung Enim dan Sekitarnya (Gafoer, dkk., 1986)

### 2.3 Fisiografi

Geomorfologi suatu daerah sangat terkait dengan aspek fisiografinya. Fisiografi yaitu membahas luas wilayah yang terbagi dalam unit struktur tertentu, mempunyai bentuk relief alam sangat dinamis serta persamaan sejarah perkembangan unit formologi yang disebabkan oleh pengaruh iklim pembagian

fisiografi Sumatera Bagian Selatan menurut Asikin, 1989. Dapat menjadi empat bagian, yaitu :

1. Cekungan Sumatera Selatan.
2. Bukit Barisan dan Tinggian Lampung
3. Cekungan Bengkulu, meliputi lepas pantai antara daratan sumatera dan rangkaian pulau-pulau disebelah barat pulau sematera.
4. Rangkaian kepulauan di sebelah barat sumatera, yang membentuk suatu busur tak bergunung api di sebelah barat pulau sumatera.

Daerah penelitian secara regional berada di Cekungan Sumatera Selatan. Cekungan Sumatera Selatan membentang dari ketinggian asahan di barat laut sampai ketinggian Lampung di sebelah tenggara. Cekungan Sumatera Selatan merupakan bagian dari Cekungan Sumatera Timur dan dipisahkan dari Cekungan Sumatera Tengah oleh Pegunungan Dua Belas dan Pegunungan Tiga Puluh di utaranya, serta dbatasi oleh pegunungan barisan di sebelah barat daya dan daratan Pratersia di sebelah timur laut (Pulunggono, 1983).

## **2.4. Stratigrafi**

### **2.4.1 Stratigarfi Regional**

Batuan Pra-Tersier yang terdiri atas batuan metamorf dan batuan beku merupakan dasar atau alas Cekungan Tersier Sumatera Selatan. Satuan batuan ini telah mengalami pensesaran, perlipatan, dan penerobosan. Tatanan stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan pada dasarnya terdiri dari satu silus besar sedimentasi. Siklus pengendapan di Cekungan Sumatera Selatan terbagi dalam dua fase (Jackson dalam Purnama, dkk., 2018). Yaitu :

- **Fase Transgresi**, fase ini terjadi hingga *Miosen* awal dan di 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 tertinggi ditunjukkan adanya endapan Formasi Gumai tepat dibagian bawah yang sejajar diatas Formasi Baturaja yang terdiri dari Batu serpih laut dalam.
- **Fase Regresi**, fase ini dimulai dengan diendapkannya Formasi Gumai bagian atas dan diikuti oleh pengendapan Formasi Air Bekanat yang di dominasi oleh litologi menghasilkan endapan kelompok palembang yang terdiri dari Formasi Air Bekanat, Formasi Muara Enim, dan Formasi Kasai.

Runtuhan batuan *tersier* di Cekungan Sumatera Selatan berdasarkan periode pengangkatan dan pengikisan terdiri atas bagian atau daur, yaitu urutan *fluviatil* sampai *lakustrin*, berumur *Oligocene* (Formasi Lahat dan Talang Akar), urutan genang laut berumur *Miocene* Awal – *Miocene* Akhir (Formasi Batu Raja, Gumai, Air Bekanat, dan Muara Enim), dan urutan susut laut berumur *Pliocene* (Formasi Kasai). Stratigrafi pada Cekungan Sumatera Selatan sering disebut dengan nama satu daur besar (*Megacycle*) yang terdiri dari suatu transgresi yang diikuti regresi (Koesoemadinata, 1980).

Endapan *tersier* pada Cekungan Sumatera Selatan dari tua ke muda terdiri dari beberapa formasi :

- **Kelompok Telisa**

1. Formasi Lahat

Formasi Lahat diendapkan tidak selaras dengan batuan dasar, merupakan lapisan dengan tebal 200 m – 700 m. litologi formasi ini terdiri

dari serpih tufaan dan batu lanau, *tuff*, batu pasir aglomerat, dan breksi. Formasi ini berumur *Oligocene*.

## 2. Formasi Talang Akar

Setelah pengendapan Formasi Lahat, terjadi proses erosi secara regional. Bukti erosi ini ditandai oleh dengan Formasi Talang Akar yang diendapkan secara tidak selaras diatas Formasi Lahat. Setelah masa Oligosen Tengah, lalu endapan sedimen tersebut terendapkan pada topografi yang rendah. Wilayah lingkungan pengendapannya berada disekitar lingkungan sungai bermeander yang berubah menjadi lingkungan *delta front* dan lingkungan *prodelta*. Formasi Talang Akar berakhir pada masa transgresi tertinggi tidak akan munculnya endapan laut pada cekungan selama Miosen Awal (Pulunggono, 1976).

## 3. Klastik Pra-Baturaja

Pada formasi ini terdapat bermacam-macam sedimen klastik yang ditemukan diantara Formasi Lahat dan Formasi Baturaja lingkungan laut, yang berumur Miosen Awal. Bagian bawah formasi ini berupa sedimen vulkanik klastik dan lempung akustrin disebut Formasi Lemat. Formasi Lemat merupakan fasies distal dan Formasi Lahat dapat disebut juga sebagai formasi yang lebih muda dan juga kaya akan material jatuhan dari Formasi Lahat.

## 4. Formasi Baturaja

Formasi Baturaja dicirikan dengan kehadiran batu gamping yang berada disekitar bagian dasar Formasi Telisa. Formasi Baturaja ini masuk ke

alam rentang umur yang ekuivalen dengan *foraminifera planktonic* dengan kisaran umur N5-N6 atau Miosen Awal (Gafoer dan Pardede, 1988).

#### 5. Formasi Gumai

Puncak transgresi pada Cekungan Sumatera Selatan dicapai pada waktu pengendapan Formasi Gumai, sehingga formasi ini memiliki penyebaran batuan yang sangat luas pada Cekungan Sumatera Selatan. Formasi ini diendapkan diatas Formasi Baturaja dan anggota transisi Talang Akar. Adanya serangkaian batu lempung tebal berwarna abu-abu gelap adalah menjadi ciri tersendiri dari formasi ini. Terdapat fosil *foraminifera planktonic* yang membentuk lapisan tipis berwarna putih, *tuff* berwarna keputihan serta lapisan turbidit berwarna coklat yang tersusun atas material andesit tufaan. Dibagian atas formasi ditemukan banyaknya lapisan berwarna coklat dengan bintik-bintik bulatan lensa karbonatan berdiameter 2 meter. Umur dari formasi ini sangat beragam. Ketika batu gamping Baturaja tidak berkembang, pada bagian dasarnya lapisan Formasi Telisa memiliki zona *foraminifera planktonic* berumur Miosen Awal, sedangkan saat batu gamping baturaja berkembang dengan tebal, lapisan tertua Formasi Telisa memiliki zona fauna. Bagian atasnya juga bervariasi dari Miosen Awal hingga Miosen Tengah yang bergantung pada posisi cekungan dan dimana letak penentuan batuan formasi.

#### - **Kelompok Palembang**

##### 1. Formasi Air Bekanat

Formasi Air Bekanat diendapkan secara selaras dia atas Formasi Gumai, dan merupakan awal fase regresi. Didominasi oleh *shale* sisipan

batu lanau, batu pasir dan batu lempung. Ketebalannya antara 100 – 1000 meter. Berumur Miosen Tengah sampai Miosen Akhir , dan diendapkan di laut dangkal.

## 2. Formasi Muara Enim

Formasi Muara Enim sangat mudah dikenali karena keterdapatannya lapisan batubara yang menerus lateral. Ketebalan formasi sekitar 500-700 meter, 15 persennya berupa batubara. Bagian formasi yang menipis, lapisan batubaranya pun tipis atau bahkan tidak ada. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat *subsidence* berperan penting dalam pengendapan batubara. Formasi Muara Enim berumur Miosen Akhir-Pliosen Awal, dan diendapkan secara laras di atas formasi Air Bekanat pada lingkungan laut dangkal, paludal, daratan delta dan *non-marine*.

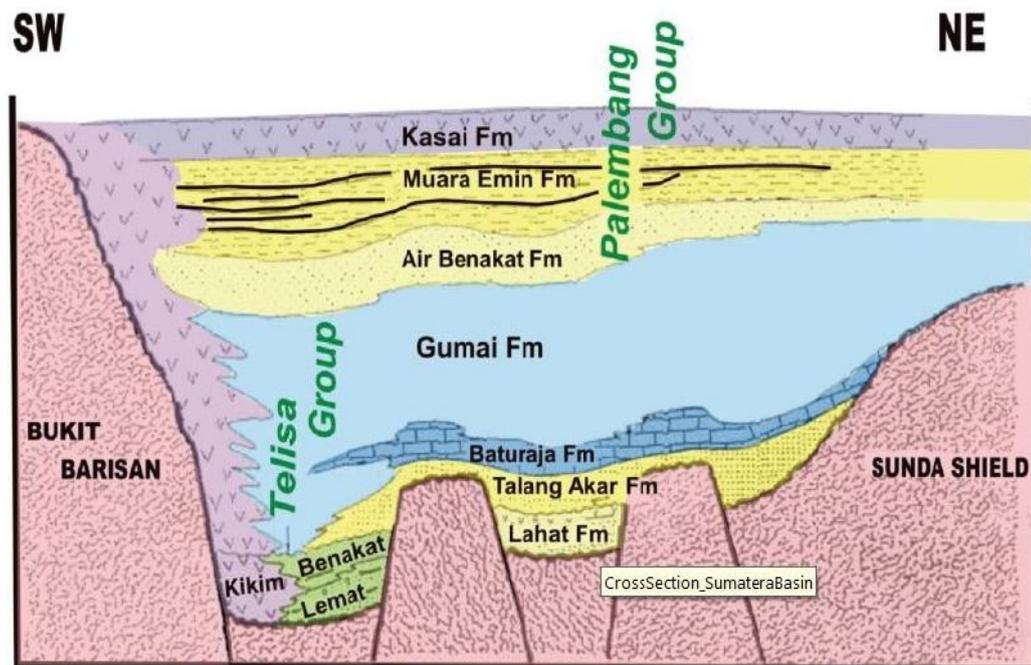
## 3. Formasi Kasai

Litologi Formasi Kasai berupa pumis tufaan, batupasir tufaan, dan batu lempung tufaan. Fasies pengendapannya fluvial dan deposit dengan sedikit *ashfall* (jatuhan erupsi vulkanik, non andesitik). Pada Formasi Kasai hanya sedikit fosil yang dijumpai, berupa *moluska* air tawar dan fragmen-fragmen tumbuhan. Umur Formasi Kasai adalah Pliosen Akhir hingga Plitstosen. Sedimentasi yang terjadi yaitu berlangsung pada lingkungan laut setengah tertutup. Pada fase transgresi terbentuk urutan fasies darat – transisi – laut dangkal pada fase regresi terbentuk urutan sebaliknya yaitu, laut dangkal – transisi darat (Pulunggono, 1983). Endapan Tersier pada Cekungan Sumatera Selatan dari tua ke muda terdiri dari Formasi Lahat,

Formasi Talang Akar, Formasi Baturaja, Formasi Gumai, dan Formasi Air Bekanat.

AGE	FORMATION	LITHOLOGY	THICKNESS ( M )	DESCRIPTION	ENVIRONMENT					
					TERIS-TRIAL	LITTO-RAL	NERETIC	SHAL	LOW	DEEP
PLEISTOCEN		V V V V	200	Tuff, tuffaceous sandstone and clay						
PLIOCENE	KASAI (KAF)	V V V V	200							
	MUARAENIM (MEF)		250 - 800	Claystone intercalation with sandstone coal and siltstone						
MIOCENE	UPPER	AIRBENAKAT (ABF)	300 - 600	Claystone intercalation with sandstone and siltstone						
		GUMAI (GUF)	150 - 1500	Claystone intercalation with sandstone and siltstone						
	MIDDLE			Claystone intercalation with sandstone and siltstone						
				Calcareous shale intercalation with limestone, marl and siltstone						
LOWER	BATURAJA		50 - 200	Limestone						
	TALANGAKAR (TAF)	TRM	100 - 300	Interbedded sandstone and shale						
GRM		300 - 500	Coarse to very coarse sandstone intercalation with shale and coal							
OLIOGOCENE	LAHAT (LAF)		200 - 760	Tuffaceous, shale, siltstone						
				Tuff, sandstone, agglomerate, breccia						
PRE TERTIARY	BASEMENT (BSM)			Granite, quartzite, phyllite, slate						

Gambar 3. Stratigrafi Regional Cekungan Sumatera Selatan (PT Bukit Asam, 2007)



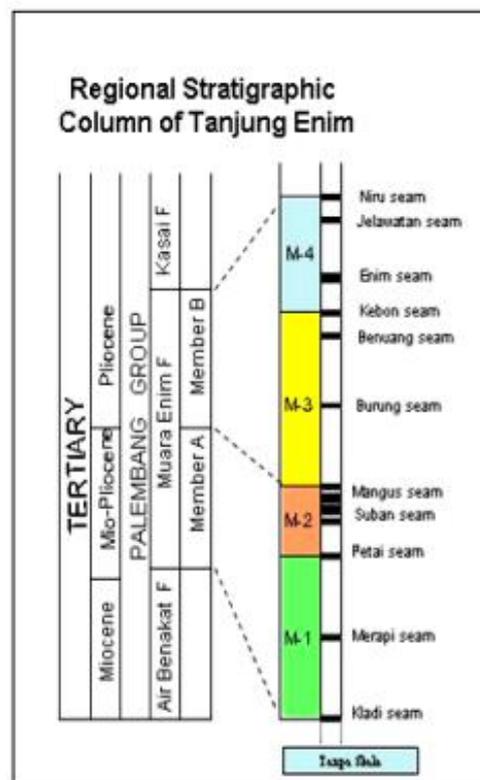
**Gambar 4.** Skema Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan (Koesoemadinata, 1978)

#### 2.4.2 Stratigrafi Lokal

Wilayah penelitian terletak pada daerah Muara Enim. Pada daerah ini terdapat Formasi Muara Enim sebagai tempat terendapkannya batubara. Formasi ini diendapkan selaras diatas Formasi Air Bekanat yang terdiri dari batu lempung, batu lanau serta batu pasir tufaan. Kemudia disusul Formasi Talang Akar yang ditutupi oleh Formasi Kasai. Pada zaman *Quarter* diendapkan satuan gunung api muda yang berupa breksi gunung api, lava serta tufa yang bersifat andesitik. Endapan paling muda merupakan *Alluvium* yang terdiri dari pasir, lanau serta lempung. Formasi – formasi ini dipengaruhi oleh lipatan orogenik pada akhir masa Pliosen dan Pleistosen.

Formasi Muara Enim memiliki empat sub-bagian lapisan yang diberi nama M1, M2, M3 serta M4 yang pada masing-masing sub-bagian menunjukkan litologi penyusunnya. Pada sub M2 dan M4 terdapat lapisan batubara yang paling

ekonomis serta potensial untuk dieksploitasi. Pada unit M1 merupakan lapisan yang terletak paling bawah dari Formasi Muara Enim yang menganung dua lapisan yakni Lapisan Keladi serta Merapi. Sedangkan pada unit M2 mengandung batubara yang mayoritas di eksploitasi pada wilayah Tanjung Enim.



**Gambar 5.** Stratigrafi Lokal (PT Bukit Asam, 2014)

### 2.4.3 Stratigrafi Daerah Penelitian

Pada lokasi penelitian yang terletak pada Daerah Tanjung Enim dan sekitarnya terdapat lima macam batubara yang bernilai ekonomis dan dieksploitasi untuk kepentingan pertambangan pada wilayah milik PT Bukit Asam Tbk. Berikut merupakan urutan penampang stratigrafi, urutan dari yang berumur tua ke muda :

1. Lapisan Batubara Petai Bawah (C)

Pada lapisan batubara ini memiliki ketebalan antara 3 – 4,5 meter, dicirikan dengan warna hitam mengkilat serta mengandung lapisan pengotor batubara yakni lempung dan batu lanau dengan ketebalan yang berkisar 10-15 cm. *Interburden* antara batubara B2 dengan batubara C dicirikan oleh kehadiran batu lempung dengan ketebalan lebih dari 30 cm.

2. Lapisan Batubara Petai Atas (Batubara B2)

Pada lapisan batubara ini memiliki ketebalan antara 7-14,6 meter, dicirikan dengan warna hitam mengkilat serta mengandung lapisan pengotor batubara yakni lempung dan batu lanau dengan ketebalan yang berkisar 10-15 cm. *Interburden* antara batubara B1 dengan batubara B2 dapat dikenali adanya sisipan batu pasir dengan sisipan batu lanau yang mempunyai ketebalan sekitar 20-40 meter dan batu lempung berwarna abu-abu terang.

3. Lapisan Batubara Suban (Batubara B1)

Lapisan batubara ini berwarna hitam mengkilap di sekitar intrusi. Terdapat mineral *pyrite* dan batu lempung berwarna hitam serta sangat keras dengan ketebalan kurang dari 5 meter. Ketebalan lapisan batubara ini kurang lebih 8-12 meter. *Interburden* antara batubara A2 dengan B1 dicirikan oleh adanya batu lempung dan batu lempung lanauan, yang berwarna kelabu dan masif serta mengandung mineral *pyrite*, dan ketebalan *interburden* ini antara 15-23 meter dan terdapat lapisan batubara tipis yang disebut *Suban Marker*.

4. Lapisan Batubara Mangus Bawah (Batubara A2)

Lapisan batubara ini mempunyai ketebalan antara 9,8 – 14,7 meter. Dengan dijumpainya sisipan batu lempung sebagai lapisan pengotor (*Clayband*). Di atas

batubara lapisan A2 ini terdapat lapisan berupa batu lanau tufaan serta batu lempung yang memiliki ketebalan antara 0,5 – 4 meter.

#### 5. Lapisan Batubara Mangus Atas (Batubara A1)

Lapisan batubara ini memiliki ketebalan antara 5 – 13,25 meter. Pada lapisan batubara Mangus Atas (A1) ditutupi oleh batu lempung bentonitan serta sisipan dari batu lanau yang memiliki ketebalan yang berkisar > 120 meter yang disebut sebagai *Overburden A2 – A1*, pada lapisan yang menutupi Batubara A1 ini terdapat lapisan batubara gantung atau yang dikenal sebagai *Hanging Seam*.

Ciri-ciri batubara di setiap lapisan dapat dibedakan berdasarkan :

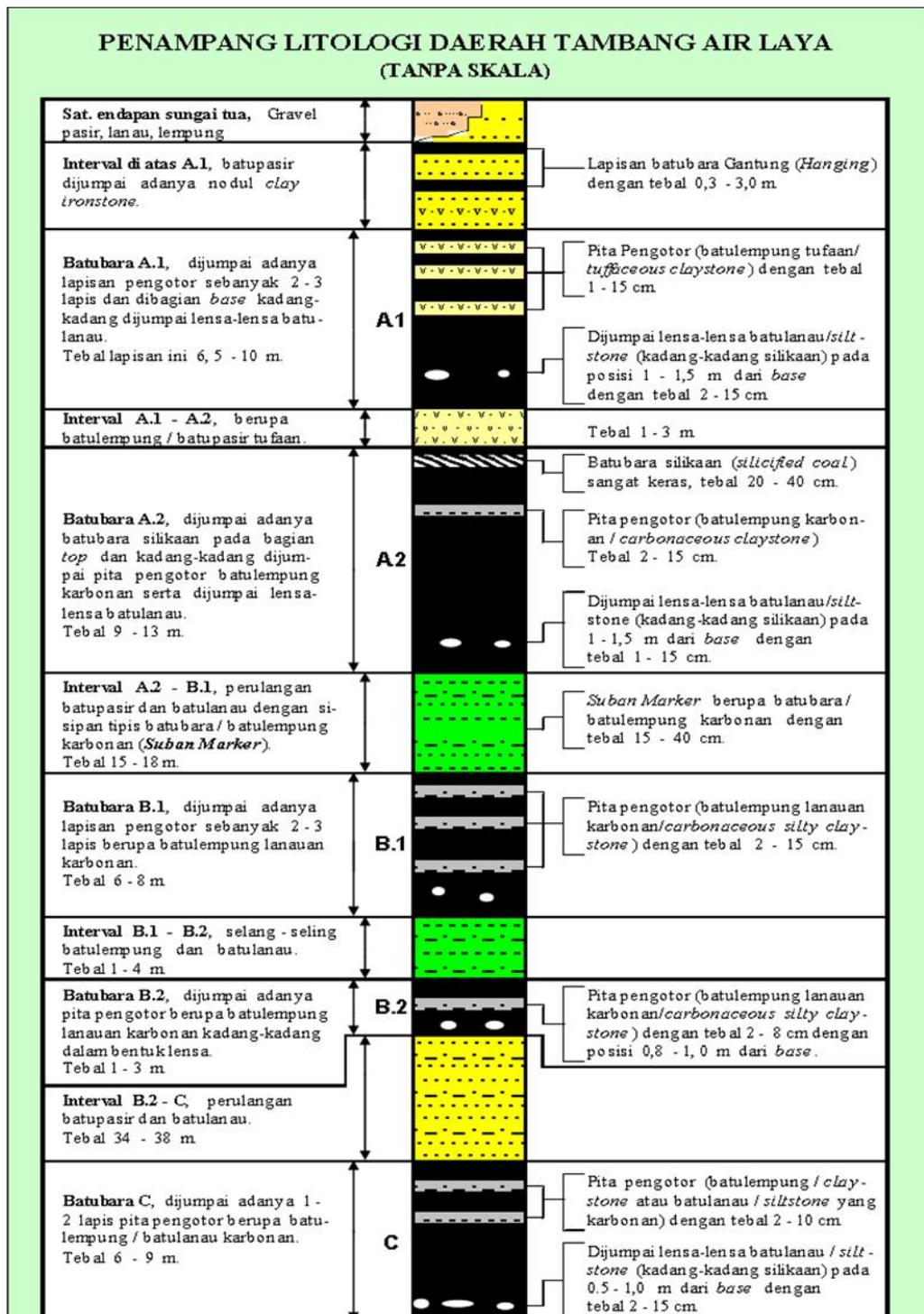
1. Ketebalan dari lapisan batubara maupun *Interburden*-nya.
2. Jumlah lapisan pengotor (*Clayband*) ataupun adanya ciri-ciri lainnya seperti *Silicified Coal*, yaitu batubara silikaan yang sangat keras terutama pada top atau lapisan atas pada batubara A2. Adanya batubara yang tipis disebut *Suban Marker*. Lapisan batubara ini mencirikan *Interburden* antara lapisan batubara A2 dengan batubara B1.
3. Sifat fisik atau karakteristik batuan *Interburden*, baik berada di atas atau bawah lapisan batubara tersebut.

Batubara yang diteliti di wilayah Tanjung Enim adalah dari kalori rendah, kecuali untuk beberapa batubara bituminus dan antrasit yang berasal dari kontak metamorfosis karena emplacement dari intrusi batuan beku. Batubara kalori rendah ini kaya huminit dan mengandung sedikit liptinite, inertinit, dan bahan mineral. Kumpulan maseral dari batubara dipelajari dapat berhubungan dengan komposisi maseral atau pra-maseral yang diamati dalam gambut tropis modern Indonesia. Model ideal dari pengembangan topogeous ke gambut ombrogenous

(dari bawah ke atas) diwakili oleh seri dari-humodetrinite-liptinite kaya batubara di dasar untuk humotelinite dan humobatubara collinite kaya di tengah-tengah dan humodetrinite atau inertinit kaya batubara di bagian atas. Dalam beberapa lapisan batubara, suksesi pengendapan ini tidak lengkap atau diulang beberapa kali. Selain itu, seri tampaknya mirip dengan perubahan suksesi terlihat pada gambut ombrogenous di iklim tropis modern sebagai jelas dibuktikan oleh bahan mineral yang rendah, pirit, dan abu di semua lapisan batubara. Penerapan diagram TPI-GI untuk menilai para Penelitian paleontologi dari lapisan batubara yang diteliti disediakan beberapa wawasan yang menarik, misalnya, sehubungan dengan rasio herba untuk woody material, tetapi gagal untuk mewakili evolusi gambut secara rinci. Isi rendah dari bahan mineral di paleo-gambut dapat dijelaskan oleh doming deposit. Dengan anology dengan kondisi terakhir, masuknya sedimen dari air sungai mungkin terbatas, karena hanya jumlah yang sangat kecil dari sedimen tersuspensi diangkut oleh air sungai. Dengan demikian, setiap deposito overbank tetap tipis, sehingga gambut itu tidak diperkaya dalam hal mineral. Selama pengendapan paleopeat itu, tidak ada pengaruh yang signifikan kelautan seperti yang ditunjukkan oleh isi pirit rendah batubara (Amijaya dan Littke, 2004).

Batubara Suban Bawah yang dipelajari dari Tanjung Daerah Enim di Cekungan Sumatra Selatan kaya akan huminite dan hanya mengandung sejumlah kecil liptinite, inertinite, dan mineral. Seri dari batu bara kaya humodetrinit-liptinite di pangkalan untuk batubara humotelinite dan kaya humocollinite di batubara tengah dan humodetrinit di bagian atas mewakili model pengembangan ideal paleo-gambut topogeneous sampai ombrogen. Seri ini tampaknya mirip dengan

perubahan suksesi terlihat di gambut ombrogen modern di Indonesia sebagai jelas dibuktikan dengan bahan mineral rendah, pirit, dan isi abu. Perubahan paleomire Kondisi ini menyebabkan variabilitas mikrofasiat dari batubara yang dipelajari (Amijaya, 2005).



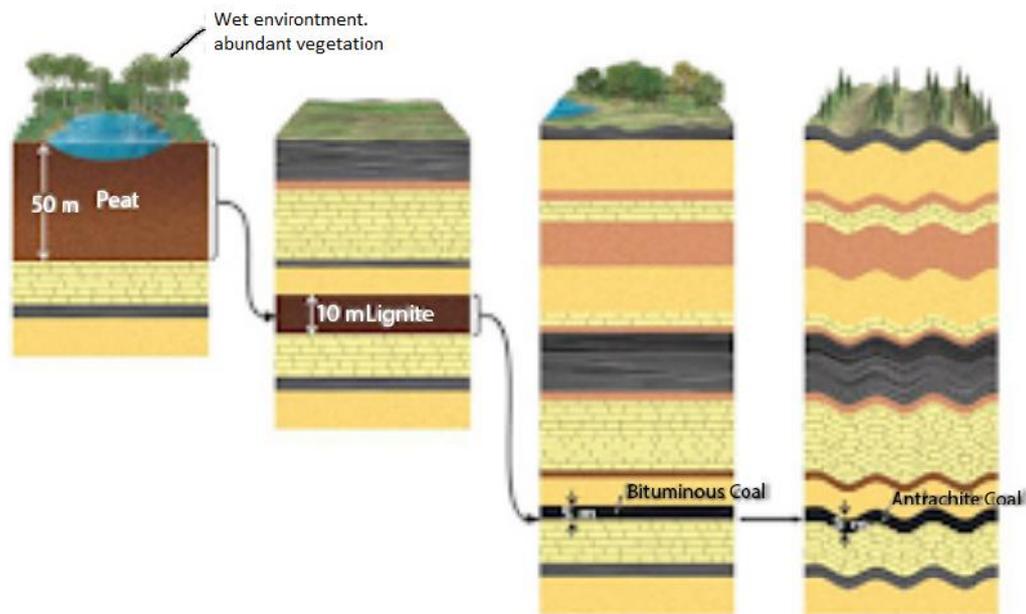
Gambar 6. Stratigrafi Daerah Penelitian (PT Bukit Asam, 2014)

### **III. TEORI DASAR**

#### **3.1 Batubara**

##### **3.1.1 Definisi Batubara**

Batubara terbentuk dari sisa tumbuhan yang mengalami proses pembusukan, pemadatan akibat tekanan dari lapisan yang berada di atasnya, pengawetan sisa-sisa tumbuhan yang dipengaruhi oleh proses biokimia yaitu perubahan oleh bakteri. Bakteri tersebut adalah penyebab pengubahannya, maka sisa tumbuhan tersebut kemudian terkumpul sebagai suatu masa yang mampat yang disebut gambut (*Peatification*) terjadi karena perkumpulan dari sisa-sisa tanaman yang tersimpan dalam kondisi kekurangan oksigen di daerah rawa dengan *system draenase* yang buruk yang mengakibatkan selalu terendam oleh air, biasanya lapisan batubara mempunyai kedalaman 0,5-1,0 meter. Gambut tersebut lama-kelamaan tertimbun oleh endapan-endapan seperti batu lampung, batu lanau dan batu pasir. Gambut ini akan mengalami perubahan fisik dan kimia dalam jangka waktu puluhan juta tahun akibat pengaruh tekanan (P) dan temperatur (T) sehingga berubah menjadi batubara yang dikenal dengan proses pembatubaraan (*Coalitification*) pada tahap ini lebih dominan oleh proses geokimia dan proses fisika (Asquisth dan Gibson, 2004).



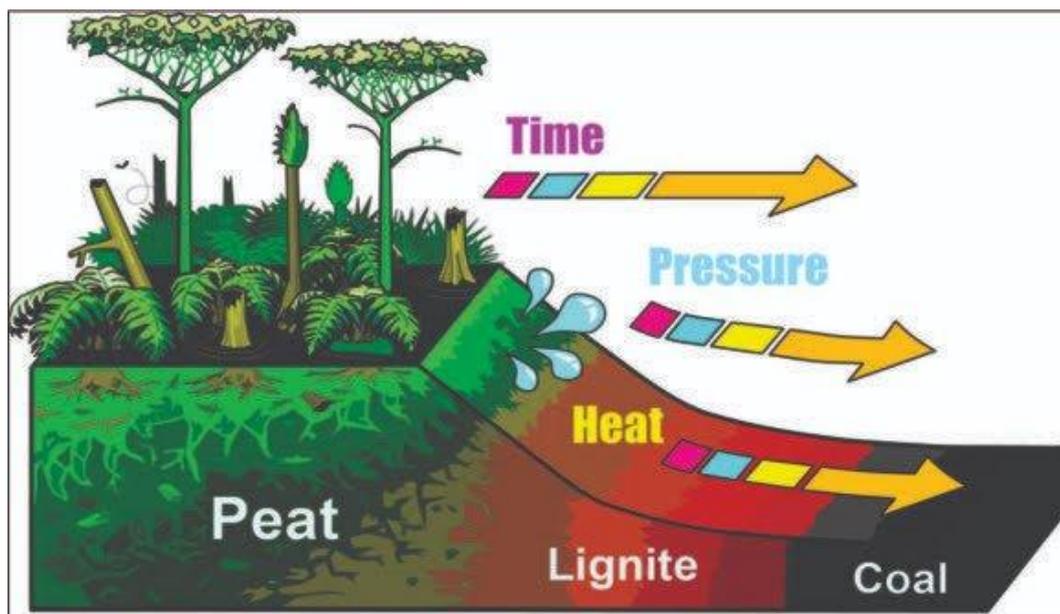
**Gambar 7.** Perubahan Batubara (Rahim, 2013)

### 3.1.2 Pembentukan Batubara

Secara teoritis, batubara terbentuk dari tumbuh-tumbuhan dengan proses biokimia dan *thermal*. Diawali dengan proses penghancuran tumbuh-tumbuhan bahan pembentuk batubara oleh bakteri *anaerob* sehingga terbentuklah (gel) sebagai bahan pembentuk batubara. Bahan tersebut (gel) terendapkan di suatu tempat (cekungan), kemudian termampatkan menjadi pada yang disebut dengan *Peat* atau gambut.

Proses pembentukan batubara akan terbentuk pada daerah yang rendah seperti, pantai, rawa-rawa, delta, cekungan dan sebagainya yang mempunyai vegetasi atau hutan lebat dan merupakan daerah yang tergenang oleh air. Daerah tersebut mengalami penurunan secara perlahan-lahan yang diimbang dengan penumpukan tumbuhan, kemudian diendapkan pula material sebagai lapisan penutup dan terjadi secara berulang yang disebut proses sedimentasi. Akibat terjadinya proses biokimia, dimana sisi tumbuhan tersebut mengalami pengawetan

tanpa pembusukan dalam kondisi asam sehingga terbentuk *Peat* atau gambut. Dengan terjadinya perubahan atau peningkatan tekanan serta suhu sebagai akibat dari penurunan cekungan dan proses sedimentasi yang berulang-ulang tersebut, maka akan berubah menjadi batubara yang berlapis-lapis dengan ketebalan yang bervariasi.



**Gambar 8.** Proses Pembentukan Batubara (Hasan, 2018)

Proses ini akan berlangsung selama jutaan tahun dan sebagai akibat dari adanya gejala geologi tersebut maka akan terbentuklah *rank* atau peringkat batubara, antara lain :

- a. *Peat* (Gambut) merupakan jenis tanah yang terbentuk dari akumulasi sisa-sisa tumbuhan yang setengah membusuk, oleh sebab itu, kandungan bahan organiknya tinggi dan memiliki kadar air di atas 75% serta nilai kalori yang paling rendah.
- b. *Lignite (Brown Coal)* merupakan batubara dengan kandungan karbon sedikit, warna hitam, nilai kalori rendah, sangat rapuh, kandungan air tinggi (35 –

75%), kandungan sulfur banyak, dan kandungan abu banyak.

c. *Bituminous* (Bituminus) merupakan batubara dengan kandungan abu sedikit, kurang kompak, nilai kalori tinggi, warna hitam mengkilat, kandungan karbon relatif tinggi, kandungan air sedikit, dan kandungan sulfur sedikit.

d. *Anthracite* (Antrasit) merupakan batubara dengan kandungan abu sangat sedikit, warna hitam sangat mengkilat berkilauan (*luster*), kandungan airnya sedikit (< 8%), kompak, kandungan sulfur sangat sedikit, dan kandungan karbon sangat tinggi (86-98%).



**Gambar 9.** Rank atau Peringkat Batubara (Anggayana, 1998)

### 3.1.3. Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Batubara

Cara terbentuknya batubara merupakan proses yang kompleks yang harus dipelajari dari sudut yang berbeda yang mana terdapat serangkaian faktor yang diperlukan dalam pembentukan batubara yaitu:

#### 1. Posisi Geoteknik

Posisi geoteknik adalah suatu daerah pada pembentukan batuan yang dipengaruhi oleh gaya-gaya tektonik lempeng. Faktor geoteknik ini akan mempengaruhi iklim dan morfologi cekungan pengendapan batubara. Kemudian juga akan berpengaruh pada proses terakhir yaitu proses metamorfosa organik dan struktur dari batubara masa sejarah setelah pengendapan akhir.

## 2. Morfologi

Pada saat pembentukan gambut, morfologi cekungan sangat berarti karena dalam menentukan penyebaran rawa-rawa dimana letak batubara tersebut terbentuk. Berbeda dengan posisi geoteknik, Topografi mungkin mempunyai efek yang terbatas terhadap iklim dan keadaannya bergantung.

## 3. Iklim

Kelembaban memegang peran yang sangat berarti dalam pembentukan batubara dan sebagai faktor pengontrol flora dan kondisi luas yang sesuai. Iklim tergantung pada posisi geografi dan lebih luas lagi dipengaruhi oleh posisi geotektonik. Temperatur yang lembab pada iklim tropis pada umumnya sesuai pada pertumbuhan flora.

## 4. Penurunan Cekungan

Gaya-gaya tektonik mempengaruhi penurunan cekungan batubara. Jika penurunan dan pengendapan gambut seimbang maka dihasilkan endapan batubara tebal. Pergantian posisi pengendapan sedimen mempengaruhi pertumbuhan flora dan pengendapannya. Hal ini menyebabkan masuknya beberapa material dan mineral yang mempengaruhi mutu dari batubara terbentuk.

## 5. Umur Geologi

Proses geologi menentukan berkembangnya evolusi kehidupan berbagai macam tumbuhan. Pada waktu perkembangan geologi secara tidak langsung akan membahas sejarah pengendapan batubara dan metamorfosa organik semakin lama umur batuan maka akan semakin dalam juga penimbunan yang terjadi sehingga batubara yang terbentuk akan bermutu tinggi, tetapi jika pada batubara yang mempunyai umur lebih tua pasti akan ada resiko mengalami deformasi tektonik

seperti struktur perlipatan atau patahan pada lapisan batubara, dan juga terdapat faktor erosi yang mana akan merusak semua bagian dari endapan batubara.

#### 6. Tumbuhan

Unsur utama pembentuk batubara adalah tumbuhan. Pertumbuhan batubara terkumpul pada suatu lingkungan dan zona fisiografi dengan iklim dan topografi tertentu. Jenis tumbuhan tertentu juga adalah faktor penentu terbentuknya berbagai tipe batubara.

#### 7. Dekomposisi

Setelah tumbuhan mati proses degradasi biokimia lebih berperan. Proses pembusukan akan terjadi apabila terdapat bakteri anaerob, bakteri ini bekerja pada lokasi tanpa oksigen dan akan menghancurkan bagian yang lunak dari tumbuhan seperti pati, protoplasma, dan selulosa, dari proses di atas terjadi perubahan dari kayu menjadi lignit dan batubara berbitumen.

#### 8. Sejarah Sesudah Pengendapan

Sejarah cekungan batubara secara luas bergantung pada posisi geoteknik yang mempengaruhi perkembangan batubara dan cekungan batubara. Secara singkat terjadi proses geokimia dan metamorfosa organik setelah pengendapan gambut. Lain halnya jika sejarah geologi endapan batubara terhadap terbentuknya struktur sesar, cekungan batubara, intrusi magmatik, berupa perlipatan, dan sebagainya.

#### 9. Struktur Cekungan Batubara

Terbentuknya batubara pada cekungan batubara pada umumnya mengalami deformasi oleh gaya-gaya tektonik yang akan menghasilkan lapisan batubara

dengan bentuk–bentuk tertentu, disamping itu adanya erosi yang intensif penyebabnya bentuk lapisan batubara tidak menerus.

#### 10. Metamorfosa Organik

Tingkat kedua dalam pembentukan batubara adalah penimbunan atau penguburan oleh sedimen baru. Pada proses ini akan mendegradasi biokimia tidak berperan lagi tetapi akan lebih didominasi oleh proses dinamokimia. Proses ini menyebabkan terjadinya gambut menjadi batubara dalam bentuk mutu.

### 3.1.4. Tempat Terjadinya Batubara

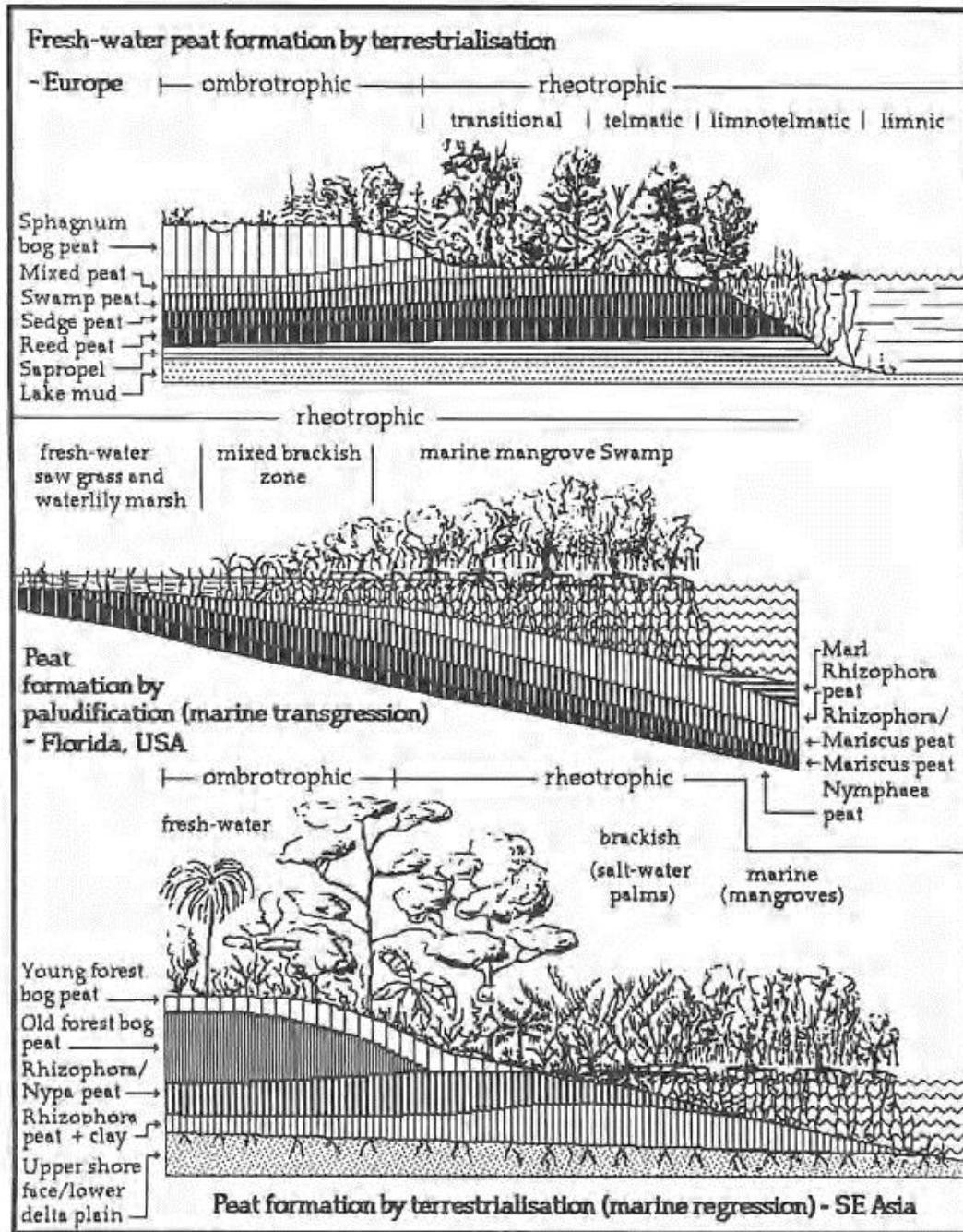
#### a. Insitu

Dimana bahan-bahan pembentuk lapisan batubara, terbentuknya ditempat asal tumbuhan tersebut berada. Dengan ini setelah tumbuhan tersebut mati, yang mana belum mengalami proses transformasi kemudian akan segera tertutup oleh lapisan sedimen dan mengalami proses *coalification*.

#### b. Drift

Teori ini berbicara bahwa dimana bahan pembentuk endapan batubara terjadi ditempat yang berbeda dengan tempat sumber bahan itu hidup dan berkembang. Dengan hal ini menyatakan bahwa tumbuhan yang telah mati akan ditransportasikan oleh media air dan berkumpul di suatu tempat, tertutup oleh batuan sedimen dan mengalami proses *coalification*. Jika pada teori, hasil yang didapatkan pada batubaranya adalah akan terbentuk dengan persebaran yang tidak begitu luas, tetapi akan dijumpai di beberapa tempat, kemudian kualitas batubaranya juga akan menjadi kurang baik karena banyak mengandung material

pengotor yang terangkut bersama selama proses pengangkutan dari tempat asal tumbuhan ke tempat sedimentasi (Koesoemadinata, 1980).



Gambar 10. Akumulasi Pembatubaraan (Diessel, 1992)

## 3.2 *Well Logging*

### 3.2.1 Konsep Dasar *Well Logging*

*Well Logging* merupakan salah satu metode eksplorasi geofisika melalui lubang bor untuk menyelidiki dan memperoleh Gambaran bawah permukaan dengan memanfaatkan parameter fisika batuan. Pelaksanaanya dilakukan dengan memasukkan alat deteksi yang biasa disebut sound kedalam lubang bor sehingga akan diperoleh kurva *Log* yang akan memberikan Gambaran hubungan antara kedalaman dan sifat fisik batuan. Kurva *Log* akan terekam oleh alat detektor yang ditempatkan di permukaan dan respon yang terekam merupakan reaksi dari seluruh material yang terletak pada *volume* penyelidikan. Setiap batuan memiliki sifat fisis yang khas sehingga dari kurva hasil perekaman akan dapat diinterpretasikan kedalaman, ketebalan, jenis litologi atau batuan yang berada pada suatu sumur pemboran. *Logging* geofisika juga mencakup semua data yang dikumpulkan selama pengeboran dan diperlukan untuk mendapatkan gambaran terperinci mengenai stratigrafi bawah permukaan bumi yakni dari deskripsi litologi.

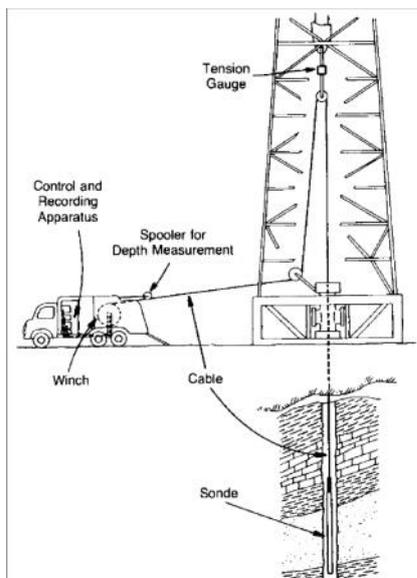
*Logging* batubara dirancang tidak hanya untuk mendapatkan informasi geologi, tetapi dapat juga memperoleh data lain, seperti kualitas lapisan batubara, ketebalan, kedalaman, dan sifat geomekanik batuan yang menyertai penambahan batubara. Lalu proses ini akan mengurangi beberapa masalah yang tidak dapat dipecahkan apabila hanya dilakukan pengeboran, yaitu pengecekan kedalaman sebenarnya dari lubang bor atau lebih detilnya untuk lapisan yang dianggap penting, terutama lapisan batubara atau *sequence* rinci dari lapisan batubara termasuk parting dan lain-lain.

Saat ini *Well Logging* diartikan sebagai perekaman karakteristik dari suatu formasi batuan yang diperoleh melalui pengukuran pada sumur bor (Ellis and Singer, 2008). *Well Logging* juga dapat digunakan untuk mengetahui sifat fisika suatu batuan dengan menggabungkan dua metode, yaitu interpretasi data rekaman *log* (*Log Interpretation*) di lapangan dan analisis batuan inti (*Core analysis*) di laboratorium (Dewanto, 2009).

Pada batubara dikenal "*Coal Lithology Log*", yaitu gabungan penampilan *Log Gamma Ray* dan *Log Density*, termasuk juga didalamnya *Caliper Log* bila lubang bor rusak misal adanya ambrukan. Keduanya dioperasikan secara bersamaan sebagai dasar analisis batuan. Pengukuran *Well Logging* diperlukan terutama pada pemboran *non coring* sedangkan pada pemboran inti *coring* digunakan untuk koreksi kedalaman dan ketebalan bila hasil perolehan inti (*Core Recovery*) buruk.

*Logging* digunakan untuk mengecek apakah data yang dihasilkan dari pengeboran eksplorasi dengan cara *open hole* maupun *coring* sama atau tidak, khususnya untuk lapisan batubara, karena perbedaan ketebalan akan memiliki pengaruh terhadap perhitungan cadangan batubara.

Interpretasi data *log* merupakan suatu metode pendukung dalam usaha evaluasi formasi, yaitu dengan cara menggunakan hasil perekaman alat survei *logging* sebagai sumber informasi yang utama. Interpretasi ini dapat dilakukan baik secara kuantitatif maupun kualitatif yang ditunjukkan pada **Gambar 11**.



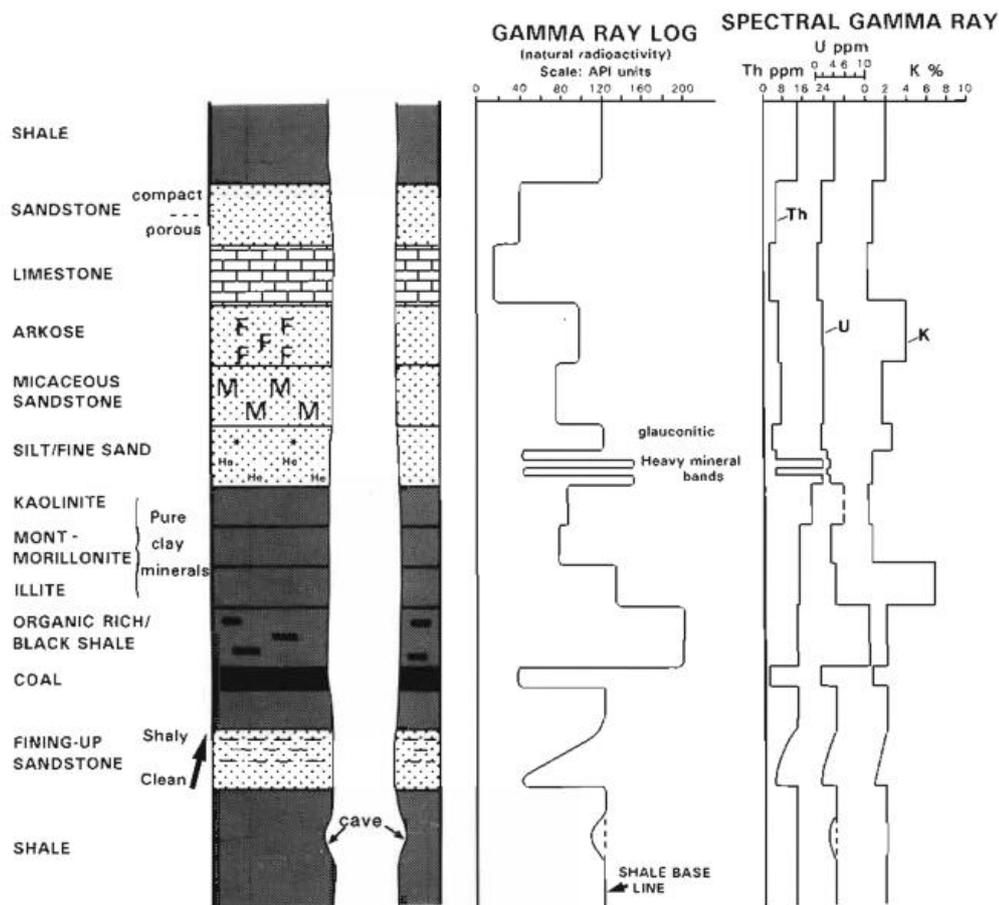
**Gambar 11.** *Logging* (Tittman, 1986)

### 3.2.2 Jenis Log

Dalam hubungannya dengan eksplorasi batubara, kombinasi *Log* yang terdiri dari *Log Gamma ray*, dan *Log Short Spaced Density* yang digunakan untuk mengetahui secara langsung keadaan di bawah permukaan dengan memasukkan kombinasasi alat *log* tersebut ke dalam sumur bor yang pengukurannya berdasarkan sifat-sifat fisik batuan dengan target yaitu mencari lapisan batubara.

#### a. *Log Gamma Ray*

*Log gamma ray* merupakan *log* yang merekam kedalaman dari radioaktivitas alami bumi. Pada sifat radioaktivitas berasal dari peluruhan unsur-unsur *Uranium* (U), *Thorium* (TH) serta *Potassium* (K), yang terdapat dalam batuan, unsur-unsur ini secara terus menerus memancarkan sinar *gamma* yang memiliki energi tinggi yang mampu menembus formasi, sehingga dapat dideteksi oleh *detector*. Sinar gamma ini sangat tepat digunakan untuk mengetahui lapisan yang bersifat *permeable* serta *non permeable*. Menurut Rider (1996) respon sinar gamma terhadap berbagai litologi seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 12**.



**Gambar 12.** Respon sinar *gamma* terhadap berbagai litologi (Rider, 1996)

b. *Log* Densitas

*Log* densitas merupakan suatu *log* yang digunakan dalam mengidentifikasi densitas elektro suatu formasi. Menurut Harsono (1993) *log* densitas memiliki prinsip kerja mengikuti prinsip teori fisika nuklir, yakni apabila sinar *gamma* dengan tenaga yang tinggi ditembakkan ke bahan akan terjadi interaksi yang berupa :

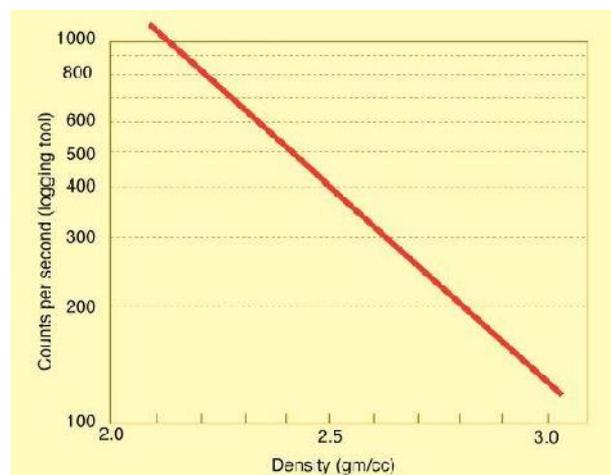
- Suatu gejala fotolistrik, ditandai energi mula-mula sebesar  $E < 100$  ke V.
- Hamburan Compton, bila  $75 \text{ keV} < E < 2 \text{ MeV}$
- Produksi kembar, bila  $E < 1,2 \text{ MeV}$

Pada setiap tabrakan sinar *gamma* akan menyebabkan berkurangnya energi, *log* densitas dapat pula mendeterminasi densitas elektro formasi yang



*Resolution Density (BRD)*. *Short spacing density* mempunyai resolusi vertikal yang tinggi, maka pengukuran ini sangat cocok apabila untuk mengetahui ketebalan lapisan batubara. Sedangkan *Long spacing density* digunakan untuk mengetahui densitas yang mendekati sebenarnya dari batubara berkat pengaruh yang kecil dari dinding lubang bor. Menurut Rider (1996), respon *log density* terhadap berbagai litologi seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 13**.

Dalam penelitian ini, satuan dari *log density* adalah *counts per second* (CPS). Karena pada satuan internasional (SI) adalah menggunakan gr/cc maka nilai tersebut akan dikonversi satuannya dari CPS ke gr/cc, nilai satuan CPS berbanding terbalik dengan nilai satuan gr/cc. Apabila defleksi *log* dalam satuan CPS menunjukkan nilai yang tinggi, maka akan menunjukkan nilai yang sebaliknya dalam satuan gr/cc yang ditunjukkan pada **Gambar 14**.



**Gambar 14.** Hubungan antara satuan CPS dan gr/cc (Warren, 2002)

dapat diperoleh rumus, sebagai berikut:

$$Y = 177598 e^{-2.4325^x} \quad (1)$$

$$X = \frac{\ln(y) - \ln(74510)}{-2.4325} \quad (2)$$

Keterangan:

$Y$  : nilai densitas dalam satuan CPS

$X$  : nilai densitas dalam satuan gr/cc

### 3.2.3 Interpretasi *Well Logging*

Data *Well Logging* yang didapatkan dari hasil pengukuran di lapangan kemudia digunakan dalam identifikasi litologi bawah permukaan bumi, pada masing-masing batuan memiliki respon yang berbeda pada kurva *log*. Menurut (BPB Manual, 1981), karakteristik *log* dari beberapa batuan, sebagai berikut :

1. *Coal* memiliki respon *Gamma ray* sangat rendah dan *Density* rendah.
2. *Sandstone* memiliki respon *Gamma ray* menengah dan *Density* menengah.
3. *Claystone* memiliki respon *Gamma ray* tinggi dan *Density* tinggi.

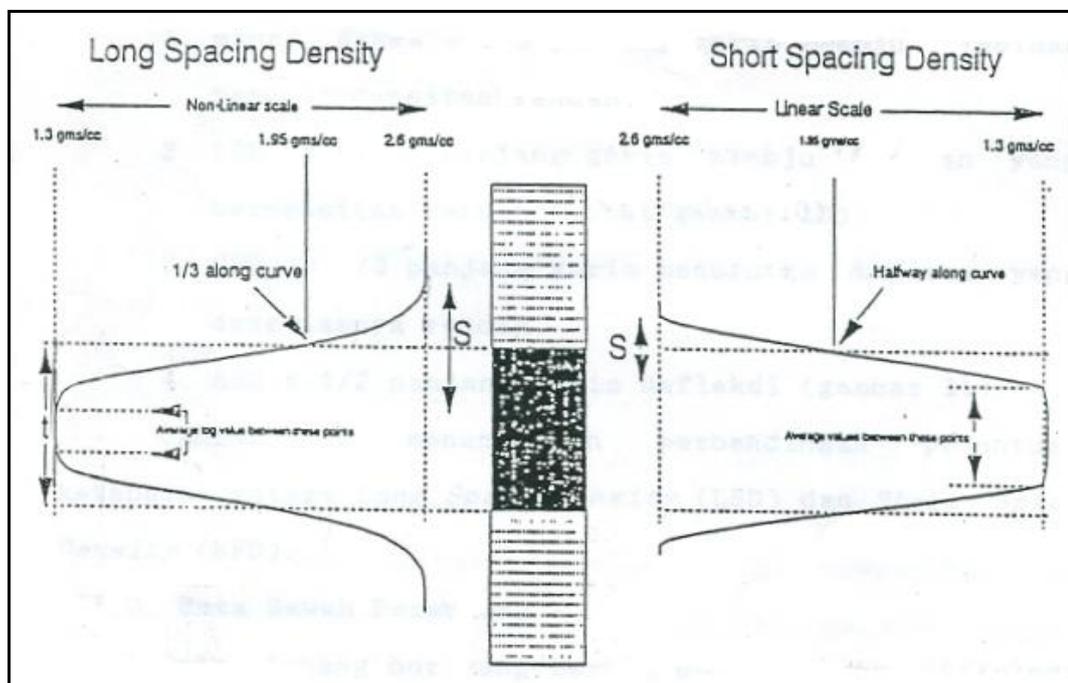
Pada interpretasi tentunya mempertimbangkan banyak hal dimana lubang bor tidak selalu konstan yang berarti lapisan yang tidak kompak mendominasi, baik lapisan yang *permeable* yang membentuk mud cake maupun lapisan lempung yang diameternya lebih lebar karena terjadi reruntuhan sehingga lubang bornya berongga. Ditinjau dari kandungan unsur komposisi dari batubara terdiri dari *Carbon*, *Hydrogen* serta *Oxygen* maka pembacaan pada batubara akan memiliki nilai kecil, sehingga kehadiran batubara dapat teridentifikasi dari kenampakan kurva *log*.

### 3.2.4 Penentuan Ketebalan Lapisan Batubara

*Log* yang digunakan dalam penentuan ketebalan batubara dan parting adalah kombinasi dari *log* densitas, sinar gamma dan caliper. Log SSD untuk melakukan identifikasi rongga – rongga, misalnya pada *roof* dan *floor*. Pengukuran titik –titik

batas antara lapisan batubara, *roof* dan *floor* serta *parting* mempunyai cara yang berbeda untuk masing-masing komponen *log* densitas sedangkan *Log* LDS dibuat untuk menghasilkan kombinasi *log* yang dapat digunakan untuk menentukan ketebalan batubara. Batasan untuk setiap *log* adalah sebagai berikut yang ditunjukkan pada **Gambar 15**.

- Sinar gamma =  $1/3$  panjang garis menuju lapisan yang berdensitas rendah.
- LSD =  $1/3$  panjang garis menuju lapisan yang berdensitas rendah.
- SSD =  $1/2$  panjang garis defleksi



**Gambar 15.** Penentuan Ketebalan antara *Log* LSD ( *Long Spacing Density*) dan SSD ( *Short Spacing Density*) (Hunt, 1984)

### 3.3 Analisis Batuan Inti (*Core*)

Batuan inti atau *Core* merupakan data bawah permukaan yang paling mahal, karena merupakan satu-satunya data yang langsung memperhatikan bukti nyata dari kondisi bawa permukaan. Perbedaannya dengan data lainnya, seperti halnya

data *log* dan *seismic*, batuan inti (*Core*) tidaklah memberikan nilai-nilai atau rekaman data yang mencirikan sifat-sifat atau karakter dari batuan, tapi langsung memperlihatkan bagaimana kondisi batuan itu sendiri. Melalui data *core* ini menentukan litologi pada setiap kedalaman di bawah permukaan bumi. Masing-masing batuan mempunyai respon yang khas pada kurva *log*, sehingga jenis litologi dapat di ketahui.

Data ini diambil dengan menggunakan mata bor yang berlubang. Contoh batuan yang diambil di simpan dalam suatu pipa (*Core Barrel*) dengan harapan sampai di permukaan masih seperti kondisi aslinya. Keuntungan data *core* adalah batuan tidak terganggu atau hancur sehingga dapat diketahui litologinya, terutama struktur sedimen dan sifat fisik lainnya seperti porositas, permeabilitas dan kekerasan batuan (*Rock Hardness*) dengan pengukuran langsung.

Analisis batuan inti merupakan acuan untuk mengidentifikasi litologi melalui deskripsi. Langkah awal dalam analisis deskripsi adalah mengenali objek analisis secara kualitatif mulai dari tampak luar sampai unsur pembentuknya. Pengenalan analisis objek sangat penting karena menentukan jenis dan urutan analisis lanjut yang perlu dilakukan agar analisisnya bermanfaat. Hal-hal yang perlu dideskripsikan pada *core*, yaitu:

1. Jenis batuan, sesuai jenis batuan murni atau berdasarkan komponen terbanyak atau dominan.
2. Warna, kenampakan warna batuan
3. Kekerasan , ukuran kekerasan batuan
4. Ukuran butir, berdasarkan standar baku internasional (Skala *Wentworth*)
5. Derajat kebundaran, kenampakan butiran dibandingkan dengan bentuk bola.

6. Mineral/komponen ikutan, pengamatan berdasarkan mineral ikutan sebagai semen.

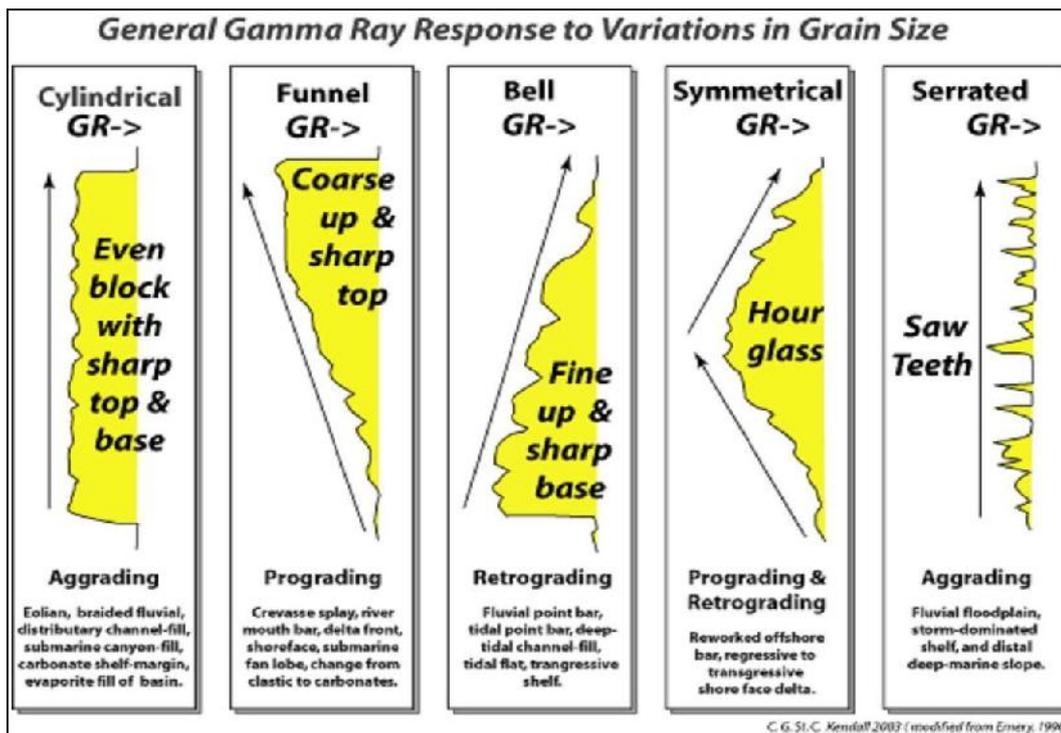
Tujuan utama dari deskripsi *core* ini adalah untuk membagi lapisan-lapisan sedimen sepanjang interval *core* untuk dikorelasikan antar lubang bor (Koesoemadinata, 1978).



**Gambar 16.** Sampel *Core*

### 3.4 Elektrofasis

Elektrofasis dianalisis dari pola kurva *log gamma ray* (GR). Menurut Selley dalam Walker (1992), *Log gamma ray* mencerminkan variasi dalam satu suksesi ukuran besar butir. Suatu suksesi ukuran besar butir tersebut menunjukkan perubahan energi pengendapan. Tiap-tiap lingkungan pengendapan menghasilkan pola energi pengendapan yang berbeda. **Gambar 17** menunjukkan lima pola bentuk dasar dari kurva *log GR*, sebagai respons terhadap proses pengendapan.



**Gambar 17.** Respon *gamma ray* terhadap variasi ukuran butir dan lingkungan pengendapan (Walker, 1992)

Berikut ini adalah penjelasan mengenai bentuk dasar kurva *log*:

1. *Cylindrical* merupakan Bentuk silinder pada *log GR* atau *log SP* dapat menunjukkan sedimen tebal dan homogen yang dibatasi oleh pengisian *channel* (*channel-fills*) dengan kontak yang tajam. *Cylindrical* merupakan bentuk dasar yang mewakili homogenitas dan ideal sifatnya. Bentuk *cylindrical* diasosiasikan dengan endapan sedimen *braided channel*, *estuarine* atau *sub-marine channel fill*, *anastomosed channel*, *eolian dune*, *tidal sand*.
2. *Funnel shape* merupakan Profil berbentuk corong (*funnel*) menunjukkan pengkasaran regresi atas yang merupakan bentuk kebalikan dari bentuk *bell*. Bentuk *funnel* kemungkinan dihasilkan regresi progradasi seperti *sub marine fan lobes*, *regressive shallow marine bar*, *barrier islands* atau karbonat terumbu depan yang berprogradasi di atas *mudstone*, *delta front* (*distributary mounth bar*),

*creavase splay, beach dan barrier beach (barrier island), strandplain, shoreface, prograding (shallow marine) shelf sands dan submarine fan lobes.*

3. *Bell Shape* merupakan Profil berbentuk *bell* menunjukkan penghalusan ke arah atas, kemungkinan akibat pengisian *channel (channel fills)*. Pengamatan membuktikan bahwa *range* besar butir pada setiap level cenderung sama, namun jumlahnya memperlihatkan gradasi menuju berbutir halus (dalam arti lempung yang bersifat radioaktif makin banyak ke atas). Bentuk *bell* dihasilkan oleh endapan *point bars, tidal deposits, transgressive shelfsands (Dominated tidal), sub marine channel* dan endapan turbidit.

4. *Symmetrical-Asymmetrical Shape* merupakan bentuk *symmetrical* merupakan kombinasi antara bentuk *bell-funnel*. Kombinasi *coarsening-finning upward* ini dapat dihasilkan oleh proses bioturbasi. Selain tatanan secara geologi yang merupakan ciri dari *shelf sand bodies, submarine fans dan sandy offshore bars*. Bentuk *asymmetrical* merupakan ketidakselarasan secara proporsional dari kombinasi *bell-funnel* pada lingkungan pengendapan yang sama.

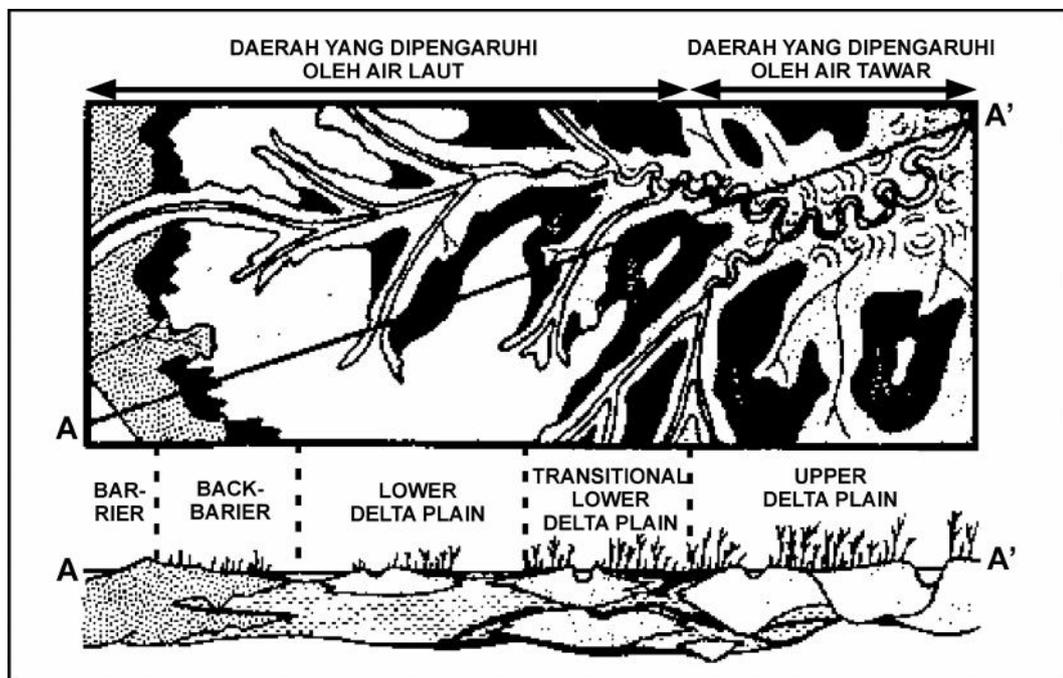
5. *Irregular* merupakan Bentuk ini merupakan dasar untuk mewakili heterogenitas batuan reservoir. Bentuk *irregular* diasosiasikan dengan *regressi alluvial plain, floodplain, tidal sand, shelf atau back barriers*. Umumnya mengidentifikasikan lapisan tipis silang siur (*thin interbedded*). Unsur endapan tipis mungkin berupa *creavasse splay, overbanks regressi* dalam laguna serta turbidit.

Fasies organik batubara cenderung dipelajari untuk menunjukkan variasi basah limnic-telmatic zona, dalam rawa masuknya klastik terbatas, dengan meningkatkan maserasi dan serangan mikroba aktivitas, untuk telematika rawa

hutan basah di bawah kondisi penguburan yang cepat, sedikit oksik menjadi anoksik dengan pengawetan jaringan yang baik, dominan lebih rendah ke lingkungan pengendapan dataran delta atas (Suwarna dan Kusumahbrata, 2010).

### 3.5 Lingkungan Pengendapan Batubara

Lingkungan pengendapan batubara menerangkan hubungan antara genesa batubara dan batuan sekitarnya baik secara vertikal maupun lateral pada suatu cekungan pengendapan dalam kurun waktu tertentu.



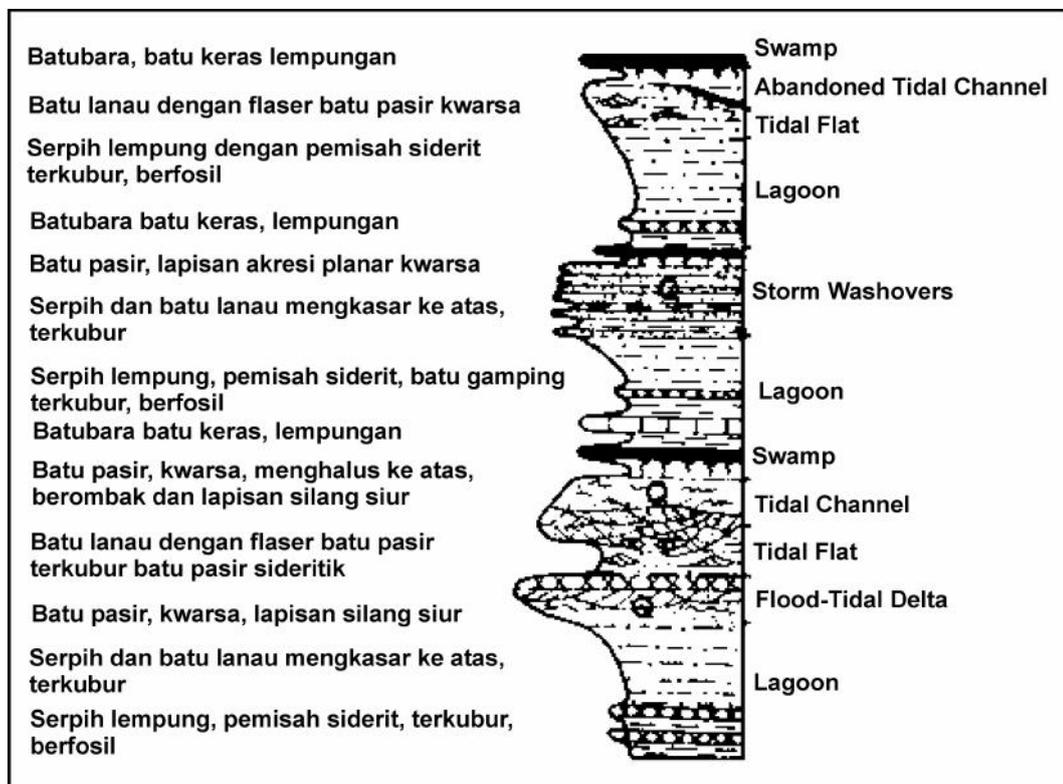
**Gambar 18.** Model lingkungan pengendapan batubara di lingkungan delta (Modifikasi dari Horne, 1978)

Identifikasi dari macam-macam lingkungan pengendapan diketahui oleh letak lapisan batubara pada lingkungan saat ini dan semua wilayah utama lingkungan pengendapan berdasarkan studi lingkungan pengendapan dengan didukung data dari tambang batubara, pemboran, dan profil singkapan.

### 1. Lingkungan Pengendapan *Barrier*

Ke arah laut batupasir butirannya semakin halus dan berselang seling dengan serpih gampingan merah kecoklatan sampai hijau. Batuan karbonat dengan fauna laut ke arah darat bergradasi menjadi serpih berwarna abu-abu gelap sampai hijau tua yang mengandung fauna air payau. Batupasir pada lingkungan ini lebih bersih dan sortasi lebih baik karena pengaruh gelombang dan pasang surut.

### 2. Lingkungan Pengendapan *Back-Barrier*

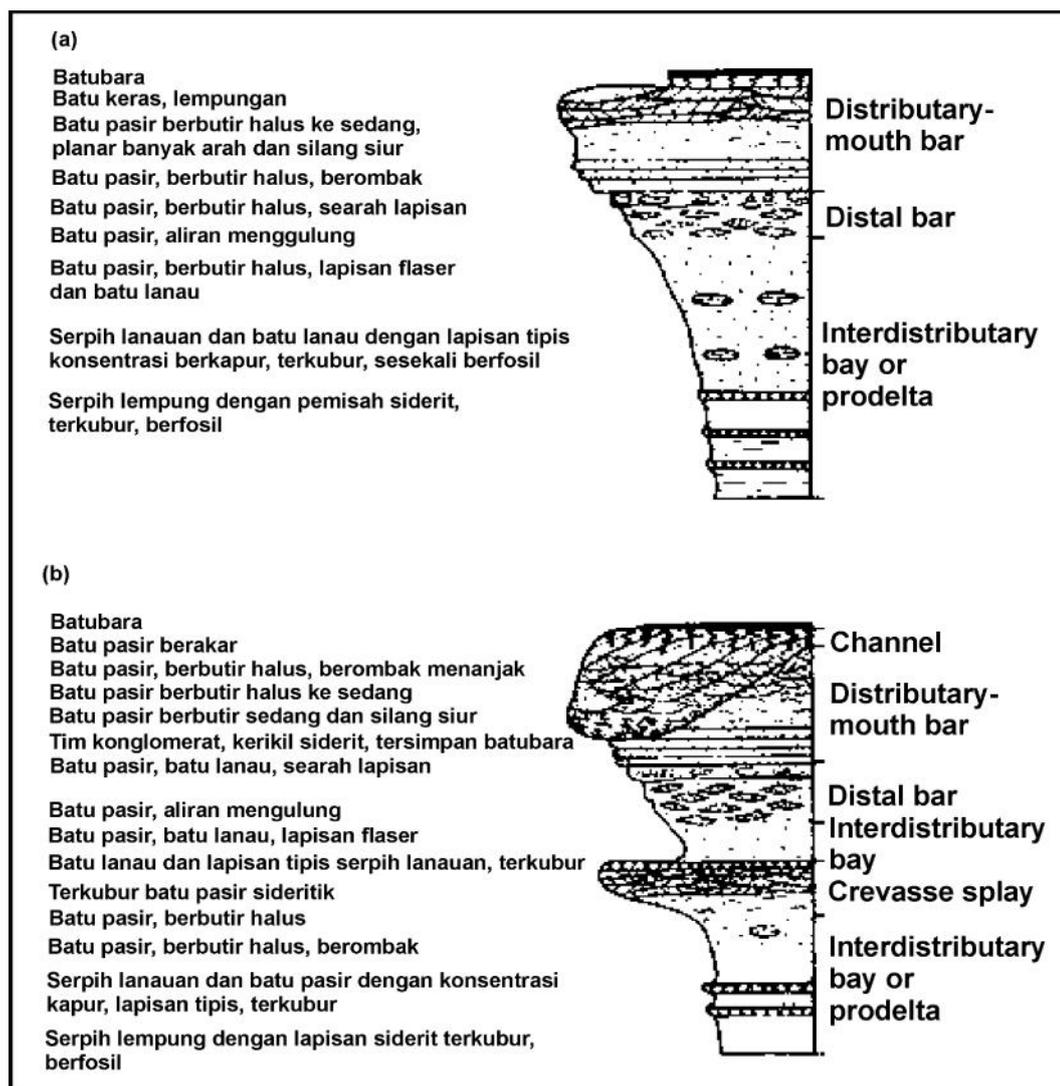


**Gambar 19.** Penampang Lingkungan Pengendapan pada bagian *Back Barrier* (Modifikasi dari Horne, 1978)

Lingkungan ini terutama disusun oleh urutan perlapisan serpih abu-abu gelap kaya bahan organik dan batulanau yang terus diikuti oleh batubara yang secara lateral tidak menerus dan zona siderit yang berlubang. Lingkungan *back barrier*: batubaranya tipis, pola sebarannya memanjang sejajar sistem penghalang

atau sejajar jurus perlapisan, bentuk lapisan melebar karena dipengaruhi *tidal channel* setelah pengendapan atau bersamaan dengan proses pengendapan dan kandungan sulfurnya tinggi.

### 3. Lingkungan Pengendapan *Lower Delta Plain*



**Gambar 20.** Penampang Lingkungan Pengendapan pada bagian Lower Delta Plain (Modifikasi dari Horne, 1978)

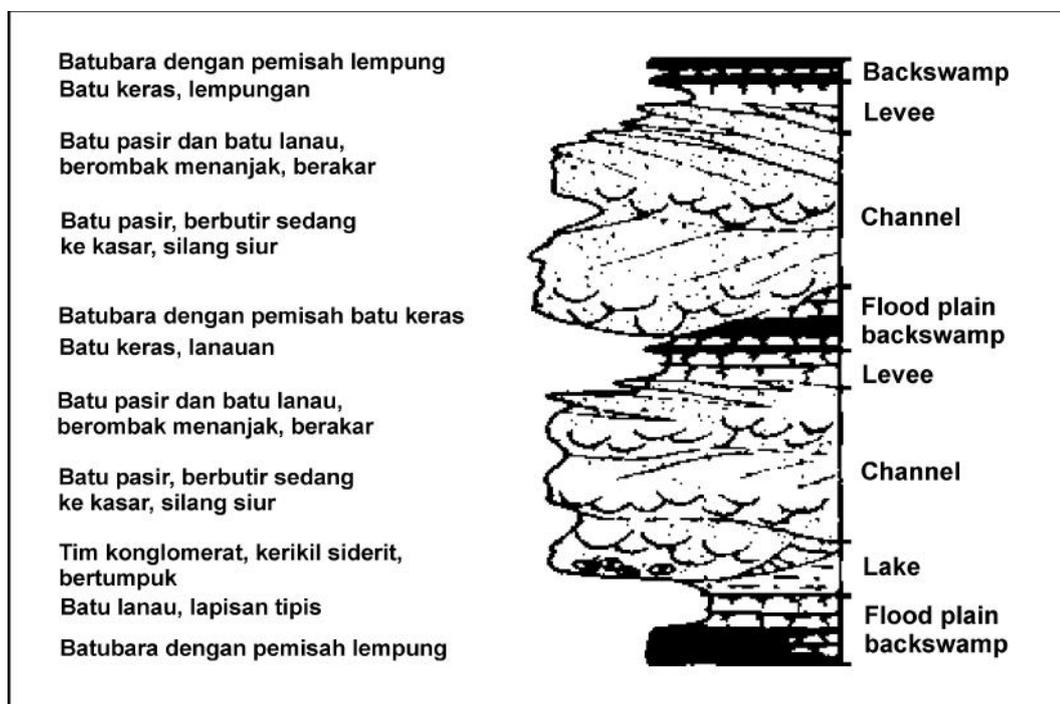
Endapan yang mendominasi adalah serpigh dan batulanau yang mengkasar ke atas. Pada bagian bawah dari teluk terisi oleh urutan lempung-serpigh abu-abu gelap sampai hitam, kadang-kadang terdapat mudstone siderit yang

penyebarannya tidak teratur. Pada bagian atas dari sekuen ini terdapat batupasir dengan struktur *ripples* dan struktur lain yang ada hubungannya dengan arus. Hal ini menunjukkan bertambahnya energi pada perairan dangkal ketika teluk terisi endapan yang mengakibatkan terbentuk permukaan dimana tanaman menancapkan akarnya, sehingga batubara dapat terbentuk. Lingkungan *lower delta plain*: batubaranya tipis, pola sebarannya umumnya sepanjang channel atau jurus pengendapan, bentuk lapisan ditandai oleh hadirnya *splitting* oleh endapan *crevasse splay* dan kandungan sulfurnya agak tinggi.

#### 4. Lingkungan Pengendapan *Upper Delta Plain-Fluvial*

Endapan didominasi oleh bentuk linier tubuh batupasir lentikuler dan pada bagian atasnya melidah dengan serpih abu-abu, batulanau, dan lapisan batubara. Mineral batupasirnya bervariasi mulai dari *lithic greywacke arkose*, ukuran butir menengah sampai kasar. Di atas bidang gerus terdapat kerikil lepas dan hancuran batubara yang melimpah pada bagian bawah, makin ke atas butiran menghalus pada batupasir. Dari bentuk batupasir dan pertumbuhan point bar menunjukkan bahwa hal ini dikontrol oleh *meandering*. Endapan *levee* dicirikan oleh sortasi yang buruk, perlapisan batupasir dan batulanau yang tidak teratur hingga menembus akar. Ketebalannya bertambah apabila mendekati *channel* dan sebaliknya. Lapisan pembentuk endapan *alluvial plain* cenderung lebih tipis dibandingkan endapan *upper delta plain*. Lingkungan *upper delta plain – fluvial*: batubaranya tebal dapat mencapai lebih dari 10 m, sebarannya meluas cenderung memanjang sejajar jurus pengendapan, tetapi kemenerusan secara lateral sering terpotong *channel*, bentuk batubara ditandai hadirnya *splitting* akibat *channel*

kontemporer dan *washout* oleh *channel* subsekuen dan kandungan sulfurnya rendah.

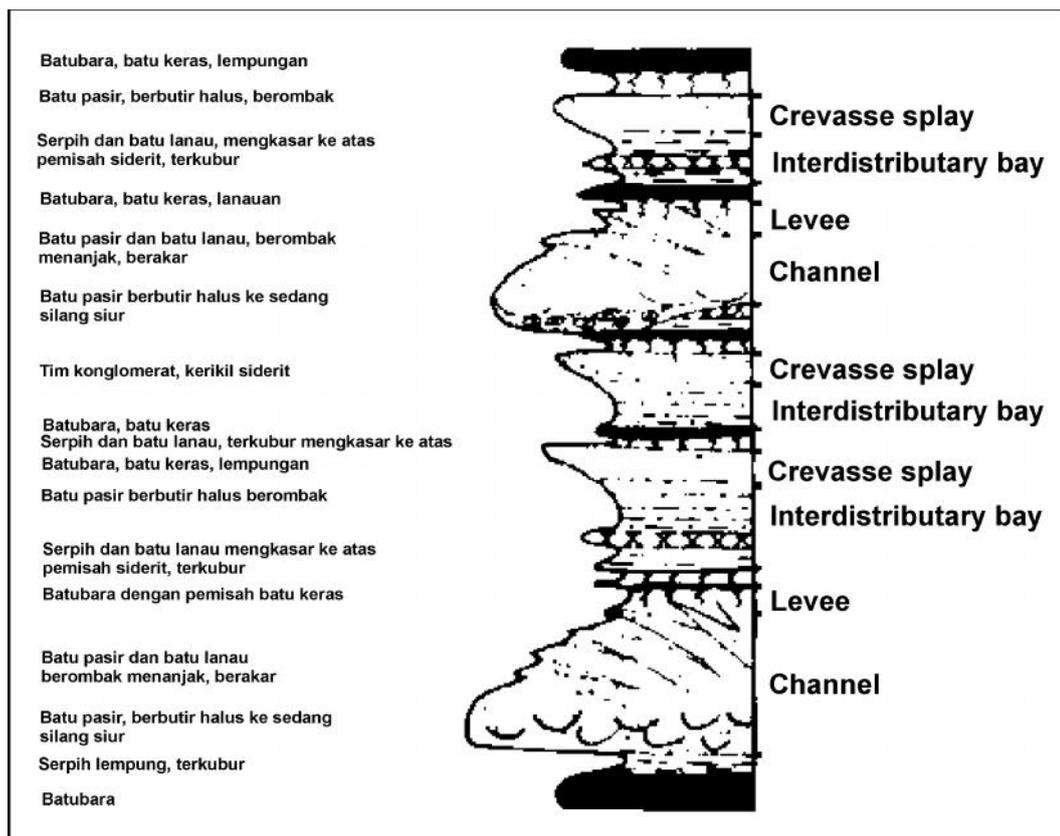


**Gambar 21.** Penampang Lingkungan Pengendapan pada bagian Upper Delta Plain-Fluvial (Modifikasi dari Horne, 1978)

##### 5. Lingkungan Pengendapan *Transitional Lower Delta Plain*

Zona diantara *lower* dan *upper delta plain* dijumpai zona transisi yang mengandung karakteristik litofasies dari kedua sekuen tersebut. Disini sekuen *bay fill* tidak sama dengan sekuen *upper delta plain* ditinjau dari kandungan fauna air payau sampai *marine* serta struktur *burrowed* yang meluas. Endapan *channel* menunjukkan kenampakan migrasi lateral lapisan *piont bar accretion* menjadi *channel* pada *upper delta plain*. *Channel* pada *transitional delta plain* ini berbutir halus daripada di *upper delta plain*, dan migrasi lateralnya hanya satu arah. *Levee* berasosiasi dengan *channel* yang menebal dan menembus akar secara meluas daripada *lower delta plain*. Batupasir tipis *crevasse splay* umum terdapat pada endapan ini, tetapi lebih sedikit banyak daripada di *lower delta plain* namun tidak

sebanyak di *upper delta plain*. Lingkungan *transitional lower delta plain*: batubaranya tebal dapat lebih dari 10 m, tersebar meluas cenderung memanjang jurus pengendapan, tetapi kemenerusan secara lateral sering terpotong *channel*, bentuk lapisan batubara ditandai *splitting* akibat *channel* kontemporer dan *washout* oleh *channel* subsekuen dan kandungan sulfurnya agak rendah.



**Gambar 22.** Penampang Lingkungan Pengendapan pada bagian Transitional Lower Delta Plain (Modifikasi dari Horne, 1978)

## IV. METODOLOGI PENELITIAN

### 4.1 Waktu dan Tempat Kegiatan

Penelitian ini dilakukan pada Februari – Maret 2019 yang bertempat di PT Bukit Asam Tbk. Adapun susunan jadwal kegiatan seperti pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Susunan Jadwal Kegiatan

No	Kegiatan	Jadwal Penelitian						
		Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
1	Studi Literatur	■						
2	Pengolahan Data		■					
3	Analisis Hasil Olahan		■	■				
4	Pembuatan Laporan			■				
5	Seminar Usul				■			
6	Interpretasi				■			
7	Penyusunan Laporan				■	■		
8	Seminar Hasil						■	
9	Ujian Skripsi							■

### 4.2 Alat dan Bahan

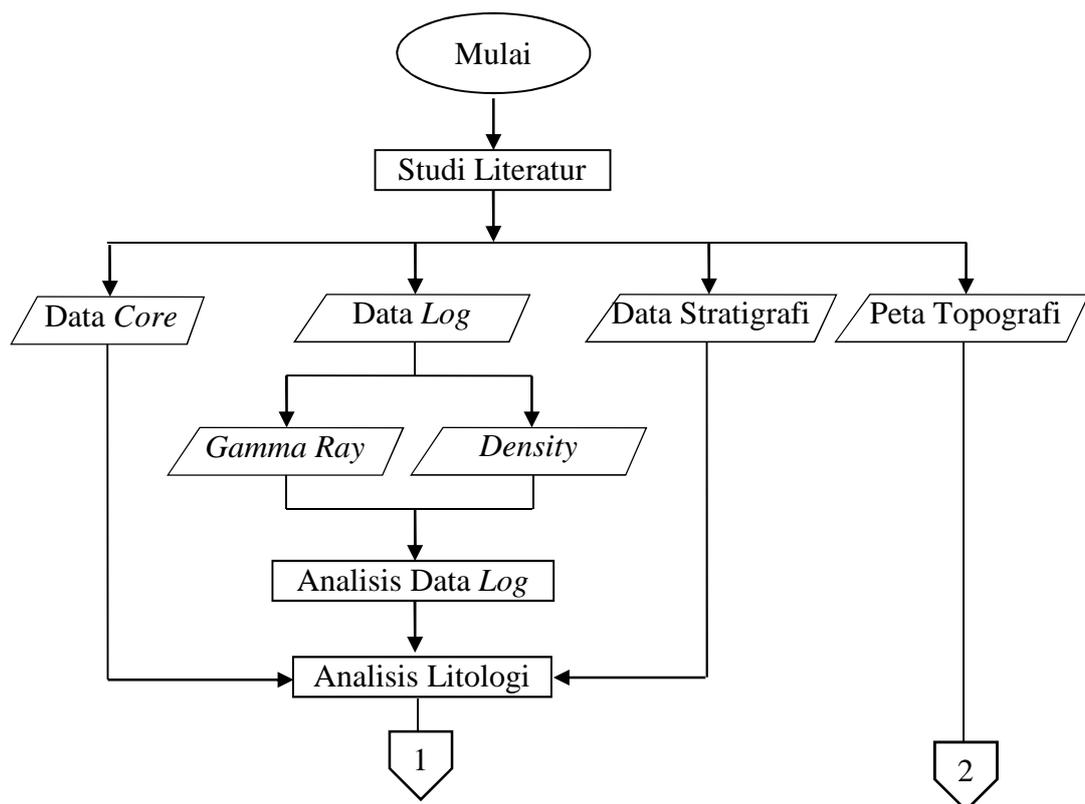
Alat dan bahan yang diperlukan pada tugas akhir kali ini adalah sebagai berikut :

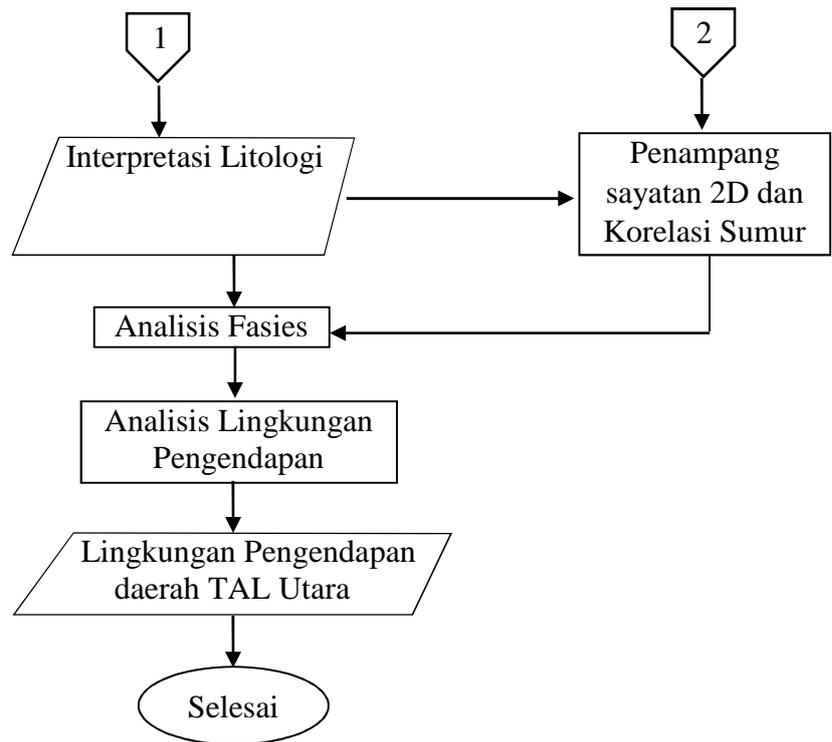
- a. Komputer
- b. Data *Log* Sumur
- c. Data *Core*

- d. Peta Area Penelitian
- e. *Microsoft Office*
- f. *Oracle Virtual Box*
- g. *Well Cad v.4.3*
- h. *Corel Draw X7*
- i. *Arc-GIS 10.3*
- j. Buku dan alat tulis lainnya

### 4.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang dikerjakan pada tugas akhir kali ini terletak pada **Gambar 23**.





**Gambar 23.** Diagram Alir Penelitian

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kali ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Litologi pada lokasi penelitian terdapat bermacam-macam lapisan dari yang tua yaitu Batu Pasir, Batubara Seam C, Batu Lempung, Batu Lanau, Batu Pasir, Batubara Seam B2, Batu Lempung, Batubara B1, Batu Lanau, Batu Pasir, Batubara Seam A2, Batu Pasir Tufaan, Batubara Seam A1, Batu Lempung, Batu Pasir, Batu Lempung, Batu Pasir, dan Batu Lempung.
2. Sesuai dari semua penampang litologi dengan korelasi bawah permukaan didapatkan penyebaran batubara pada lokasi penelitian dengan arah *strike* sekitar  $N 125^{\circ} E$  dengan terdapat zona yang punggungan *dome (up dip)* saat mencapai puncak singkapan ke arah Timur laut. Kemudian kemiringan lapisan sekitar  $68^{\circ}$ .
3. Pada sumur lokasi penelitian memiliki pola pengendapan berdasarkan grafik *log Gamma Ray* diantaranya *Serrated, Cylindrical, Bell, Funnel, dan Symmetrical*.
4. Pada lokasi penelitian terdapat beberapa fasies yang merupakan tempat terendapkannya semua litologi yang ada diantaranya *Swamp, Channel, Levee, Interdistributary Bay, dan Crevasse Splay*.
5. Analisis Fasies akan membantu dalam pengelompokan zona lingkungan pengendapan yang terjadi, Pada lokasi penelitian memiliki daerah pengendapan di daerah Delta pada zona *Transitional Lower Delta Plain*.

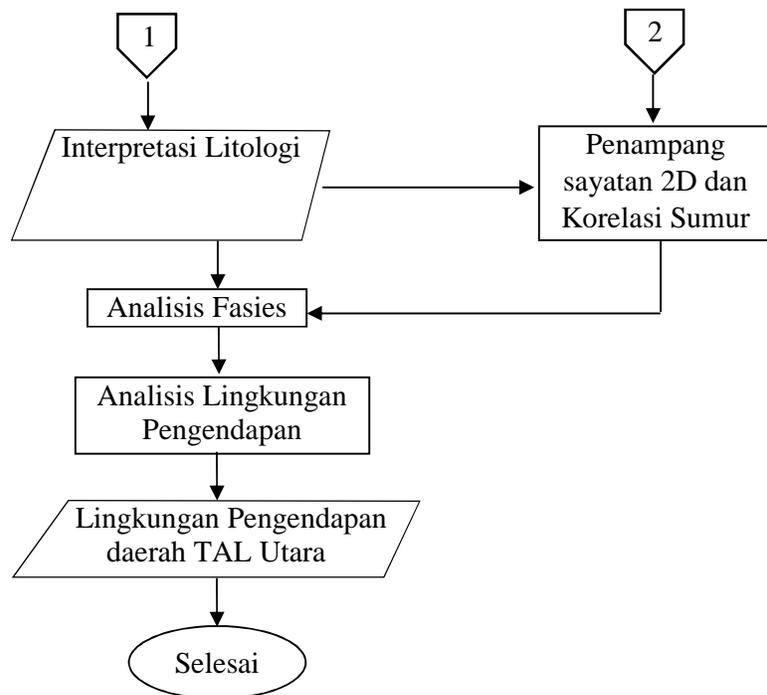
## 6.2 Saran

Saran dari penulis untuk penelitian ini dan kedepannya adalah:

1. Diperlukan adanya data maseral guna meng*cross-check* ulang serta memvalidasi lingkungan pengendapan secara kimiawi pada wilayah penelitian yang dibahas.
2. Diperlukan adanya pengukuran *Measure Section* pada daerah penelitian guna memperkuat hasil dugaan analisis fasies.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amijaya, H. 2005. The Microfacies Of Lower Suban Coal Seam In South Sumatra Basin, Indonesia: Implication Of Paleomire Dynamics. *Proceedings Joint Convention Surabaya 2005 – Hagi-Iagi-Perhapi*. Jcs2005-S065.
- Amijaya, H. dan Littke, R. 2004. Microfacies and depositional environment of Tertiary Tanjung Enim low rank coal, South Sumatra Basin, Indonesia. *International Journal of Coal Geology* 61 (2005) 197 – 221.
- Anggayana, K. 1998. *Genesa Batubara*. Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Asikin, S. 1989. *Geologi Struktur Indonesia*. Lab Geologi Dinamis Geologi ITB. Bandung.
- Asquith, G. dan Gibson, C., 2004. *Basic Well Log Analysis For Geologist*, AAPG methods in exploration series 2<sup>nd</sup> edition. Tulsa Oklahoma USA.
- BPB Manual. 1981. *British Petroleum Book, British Company*. United Kingdom.
- Dewanto, O. 2009. *Well Logging*. Universitas Lampung. Lampung. Vol 6.
- Diessel, C. F. K. 1992. *Coal-Bearing Depositional System*. The University Of Newcastle. Australia.
- Gafoer, S., Cobrie, T. dan Purnomo, J. 1986. *Peta Geologi Lembar Lahat, Sumatera*. Puslitbang Geologi. Bandung.
- Gafoer, S. dan Pardede, R. 1988. *Geologi Lembar Baturaja*, skala 1 : 250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Harsono, A. 1993. *Buku Panduan dasar-dasar Interpretasi Log*. Jakarta.
- Hasan. 2018. *Batubara*. <http://posalu.wordpress.com>. Diakses pada 27 Maret 2019 Pukul 21.49 WIB.



**Gambar 23.** Diagram Alir Penelitian

- Horne, J. C. 1978. Depositional Models in Coals Exploration and Mine Planning Appalachian Region. *APPG Bulletin*, v.62, p. 2379-2411.
- Hunt, J. M. 1984. *Petroleum Geochemistry and Geology*. New York.
- Koesoemadinata, R. P. 1978. Tertiary Coal Basin of Indonesia. *United Nation ESCAP, CCOP Technical Bulletin*. Bandung.
- Koesoemadinata, R.P. 1980. Tectonic – Stratigraphic Framework of Tertiary Coal Deposit of Indonesia, *Proceeding South-east Asia Coal Geology*. Bandung.
- PT Bukit Asam (Persero). 2007. *Laporan Internal Pemboran Eksplorasi dan Geophysical Logging*. Tbk. Satuan Kerja Unit Eksplorasi Rinci. Tidak dipublikasikan.
- PT Bukit Asam Tbk. 2014. *Welcome to PT Bukit Asam Tbk. Exploration and Geotech Division*. Tanjung Enim. PT Bukit Asam Tbk. Tidak dipublikasikan.
- Pulunggono, A. 1976. Recent knowledge of hydrocarbon potentials in sedimentary basins of Indonesia. *AAPG Bulletin*, A175 p. 239-249.
- Pulunggono, A. 1983. Sistem Sesar Utama dan Pembentukan Cekungan Palembang. Ph.D. Thesis. ITB
- Purnama., A. B., Salinita, S., Sudirman., Sendjaja, Y. A., dan Muljana, B. 2018. Penentuan Lingkungan Pengendapan Lapisan Batubara D, Formasi Muaraenim, Blok Suban Burung, Cekungan Sumatera Selatan. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara* Vol. 14 No.1.2018.182.
- Rahim, A. 2013. *Proses Pembentukan Batubara*. <http://tambangunp.blogspot.com>. Diakses pada 27 Maret 2019 Pukul 21.40 WIB.
- Rider, M. 1996. *The Geological Interpretation of well logs*. Blackie, Halsted Press, New York, 175 pp.
- Suwarna, N dan Kusumahbrata, Y. 2010. Macroscopic, Microscopic, and Paleodepositional Features of selected Coals in Arahau, Banjarsari, Subanjeriji, and South Banko Regions, South Sumatra. *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 5 No. 4 Desember 2010: 269-290.
- Tittman, J. 1986. *Geophysical Well Logging*. Academy Press Inc. London.
- Walker, R.G. 1992. *Facies Models Response to Sea Level Change*. Geological Association of Canada. Canada.
- Warren, J. 2002. *Well Logging*. <http://www.geosciencer.com>. Diakses pada 31 Oktober 2018 Pukul 19.14 WIB.